

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

## ZASTŘEŠENÍ AUTOBUSOVÉ STANICE

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

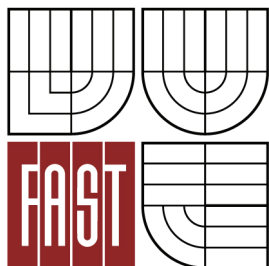
**Bc. MARTIN ROUŠAR**

*BRNO 2012*



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

# ZASTŘEŠENÍ AUTOBUSOVÉ STANICE

Roof Structure of Bus Station

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Bc. MARTIN ROUŠAR**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. JAN BARNAT, Ph.D.**

BRNO 2012



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

**Studijní program** N3607 Stavební inženýrství  
**Typ studijního programu** Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia  
**Studijní obor** 3607T009 Konstrukce a dopravní stavby  
**Pracoviště** Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Diplomant** Bc. Roušar Martin

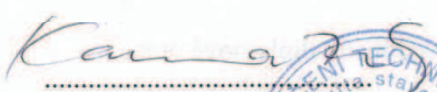
**Název** Zastřešení autobusové stanice

**Vedoucí diplomové práce** Ing. Jan Barnat, Ph.D.

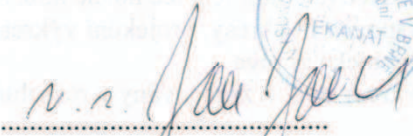
**Datum zadání diplomové práce** 31. 3. 2011

**Datum odevzdání diplomové práce** 13. 1. 2012

V Brně dne 31. 3. 2011

  
doc. Ing. Marcela Karmazinová, CSc.  
Vedoucí ústavu



  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT



### **Podklady a literatura**

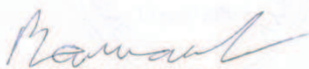
- [1] ČSN 73 1401 - Navrhování ocelových konstrukcí
- [2] ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí - Obecná pravidla pro pozemní stavby
- [3] ČSN 73 0035 Navrhování ocelových konstrukcí - Obecná pravidla pro pozemní stavby
- [4] ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí - Obecná zatížení- Vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [5] ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí - Obecná zatížení- Zatížení sněhem
- [6] ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí - Obecná zatížení- Zatížení větrem
- [7] ČSN EN 1993-1-8 Navrhování ocelových konstrukcí - Navrhování styčníků
- [8] ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí
- [9] Melcher J., Straka B.: Kovové konstrukce- Konstrukce průmyslových budov, SNTL Praha 1985
- [10] Tatarko P.: Ocelové a drevené konštrukcie I. alebo nevážno-vážne pojednanie o prvkoch konštrukcií ocelových a drevených, Vydavateľstvo STU, Technická univerzita v Bratislave, Bratislava 2008

### **Zásady pro vypracování**

Navrhnete nosnou zastřešení autobusové stanice. Tvar zastřešení navrhnete v souvislosti s vhodným architektonickým řešením stanice. Minimální délka zastřešení je 30 m. Navrhnete dvě konstrukční varianty řešení. Detailně zpracujete vhodně vybranou variantu řešení. Klimatická zatížení uvažujte pro lokalitu Vysoké Mýto.

### **Předepsané přílohy**

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací,  
Návrh a zhodnocení variant řešení.  
Statický výpočet hlavních nosných částí vybrané konstrukce,  
Výkresová dokumentace nosné konstrukce.  
(dispoziční výkresy, projekční výkres vybrané části konstrukce, směrné detaily)  
Technická zpráva.  
Výkresy budou zpracovány v rozsahu stanoveném vedoucím diplomové práce.



Ing. Jan Barnat, Ph.D.  
Vedoucí diplomové práce



## **ABSTRAKT:**

Náplní diplomové práce je navrhnout nosnou konstrukci zastřešení autobusové stanice v lokalitě města Vysoké Mýto. Konstrukce je navržena z oceli S355. Jedná se o zastřešení dvou nástupištních ostrůvků. V diplomové práci byly zpracovávány dvě varianty řešení, v každé variantě byly posouzeny hlavní nosné prvky a následně bylo provedeno porovnání obou variant. Z nich byla vybrána jedna varianta na podrobnější zpracování.

První varianta má půdorysný tvar trojúhelníku s max. rozměry 58,00 m x 26,75 m. Hlavní nosnou konstrukci tvoří ocelové sloupy a průvlaky z válcovaných HEB profilů nebo z prolamovaných nosníků. Na průvlacích je nosná konstrukce zastřešení z válcovaných I profilů. Krytina zastřešení je navržena ze skleněných tabulí s podpůrnou nosnou konstrukcí z hliníkových profilů. Tuhost konstrukce je zajištěna ztužidly ve dvou směrech z ocelových tyčí.

Druhá varianta (která byla vybrána na podrobnější zpracování) má půdorysný tvar L o max. rozměrech 55,25 m x 33,40 m. Hlavní nosnou konstrukci tvoří ocelové rámy z válcovaných HEB profilů a táhly z ocelových tyčí. Nosná konstrukce zastřešení je navržena z ocelových válcovaných I profilů. Zastřešení je opět řešeno pomocí skleněných tabulí na nosné konstrukci z hliníkových profilů. Tuhost konstrukce je zajištěna ztužidly ve dvou směrech z ocelových tyčí.

## **KLÍČOVÁ SLOVA:**

Autobusová stanice, nosná konstrukce, ocel, sloup, průvlak, vaznice, ztužidlo, styčník

## **ABSTRACT:**

The scope of the thesis is to design a roof substructure bus station in the area of Vysoké Mýto. The structure is designed of steel S355. This is the platform on the roof of two islands. The thesis has been processed by solving two variants, each variant were considered the main structural elements and then comparison was made between the two variants. Of these, one variant was selected for further processing.

The first variant has a plan shape of a triangle with maximum dimensions of 58.00 m x 26,75 m. The main load-bearing structure consists of steel columns and girders of rolled sections, or HEB of castellated beams. The girders is the roof structure from rolled I profiles. Covering the roof is designed from the glass with supporting substructure of aluminum profiles. Rigidity is ensured in two ways braces of steel bars.

The second option (which was selected for further processing) is L - shaped ground plan with maximum dimensions of 55,25 m x 33.40 m. The main supporting structure is made of rolled steel frames, HEB profiles and rods of steel bars. Supporting roof structure is designed of steel rolled I profiles. Roofing is again solved using the glass structure of aluminum profiles. Rigidity is ensured in two ways braces of steel bars.

## **KEYWORDS:**

Bus stations, structure, steel, columns, girders, purlins, brace, node

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP:**

ROUŠAR, Martin. *Zastřešení autobusové stanice*. Brno, 2011. 220 s., 7 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jan Barnat, Ph.D..

## **PROHLÁŠENÍ:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně, a že jsem uvedl(a) všechny použité, informační zdroje.

V Brně dne 04.01.2012

A handwritten signature in dark ink, consisting of a stylized 'R' followed by a horizontal stroke, positioned above a dotted line.

podpis autora

# LICENČNÍ SMLOUVA POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO:

uzavřená mezi smluvními stranami:

## 1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Bc. Martin Roušar

Bytem: Husova 535, Vysoké Mýto 56601

Narozen/a (datum a místo): 16.1.1987

(dále jen „autor“)

a

## 2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta stavební

se sídlem Veveří 331/95, Brno 602 00

jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:

doc. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.

(dále jen „nabyvatel“)

## Článek 1 Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

- ☐ disertační práce
  - ☒ diplomová práce
  - ☐ bakalářská práce
  - ☐ jiná práce, jejíž druh je specifikován jako
- (dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: ZASTŘEŠENÍ AUTOBUSOVÉ STANICE

Vedoucí/ školitel VŠKP: Ing. JAN BARNAT, Ph.D.

Ústav: Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

Datum obhajoby VŠKP:

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v\*:

- |   |   |                               |
|---|---|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> tištěné formě      | – | počet exemplářů ..... 1 ..... |
| <input type="checkbox"/> elektronické formě | – | počet exemplářů ..... 1 ..... |

---

\* hodící se zaškrtněte

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.

3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.

4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

## Článek 2

### Udělení licenčního oprávnění **SOUHLASÍM**

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
  - ☐ ihned po uzavření této smlouvy
  - ☐ 1 rok po uzavření této smlouvy
  - ☐ 3 roky po uzavření této smlouvy
  - ☐ 5 let po uzavření této smlouvy
  - ☐ 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/ 1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

## Článek 3

### Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne: 04.01.2012.

.....  
Nabyvatel

.....  
Autor



# PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP:

## **Prohlášení:**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 04.01.2012



.....  
podpis autora  
Bc. Martin Roušar

## POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE:

**Vedoucí práce** Ing. Jan Barnat, Ph.D.

**Autor práce** Bc. Martin Roušar

**Škola** Vysoké učení technické v Brně

**Fakulta** Stavební

**Ústav** Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

**Studijní obor** 3607T009 Konstrukce a dopravní stavby

**Studijní program** N3607 Stavební inženýrství

**Název práce** Zastřešení autobusové stanice

**Název práce v anglickém jazyce** Roof Structure of Bus Station

**Typ práce** Diplomová práce

**Přidělovaný titul** Ing.

**Jazyk práce** Čeština

**Datový formát elektronické verze**

**Anotace práce** Náplní diplomové práce je navrhnout nosnou konstrukci zastřešení autobusové stanice v lokalitě města Vysoké Mýto. Konstrukce je navržena z oceli S355. Jedná se o zastřešení dvou nástupištních ostrůvků. V diplomové práci byly zpracovávány dvě varianty řešení, v každé variantě byly posouzeny hlavní nosné prvky a následně bylo provedeno porovnání obou variant. Z nich byla vybrána jedna varianta na podrobnější zpracování.

První varianta má půdorysný tvar trojúhelníku s max. rozměry 58,00 m x 26,75 m. Hlavní nosnou konstrukci tvoří ocelové sloupy a průvlaky z válcovaných HEB profilů nebo z prolamovaných nosníků. Na průvlacích je nosná konstrukce zastřešení z válcovaných I profilů. Krytina zastřešení je navržena ze skleněných tabulí s podpůrnou nosnou konstrukcí z hliníkových profilů. Tuhost konstrukce je zajištěna ztužidly ve dvou směrech z ocelových tyčí.

Druhá varianta (která byla vybrána na podrobnější zpracování) má půdorysný tvar L o max. rozměrech 55,25 m x 33,40 m. Hlavní nosnou konstrukci tvoří ocelové rámy z válcovaných HEB profilů a táhly z ocelových tyčí. Nosná konstrukci zastřešení je navržena z ocelových válcovaných I profilů. Zastřešení je opět řešeno pomocí skleněných tabulí na nosné konstrukci z hliníkových profilů. Tuhost konstrukce je zajištěna ztužidly ve dvou směrech z ocelových tyčí.

**Anotace práce  
v anglickém  
jazyce**

The scope of the thesis is to design a roof substructure bus station in the area of Vysoké Mýto. The structure is designed of steel S355. This is the platform on the roof of two islands. The thesis has been processed by solving two variants, each variant were considered the main structural elements and then comparison was made between the two variants. Of these, one variant was selected for further processing.

The first variant has a plan shape of a triangle with maximum dimensions of 58.00 m x 26,75 m. The main load-bearing structure consists of steel columns and girders of rolled sections, or HEB of castellated beams. The girders is the roof structure from rolled I profiles. Covering the roof is designed from the glass with supporting substructure of aluminum profiles. Rigidity is ensured in two ways braces of steel bars.

The second option (which was selected for further processing) is L - shaped ground plan with maximum dimensions of 55,25 m x 33.40 m. The main supporting structure is made of rolled steel frames, HEB profiles and rods of steel bars. Supporting roof structure is designed of steel rolled I profiles. Roofing is again solved using the glass structure of aluminum profiles. Rigidity is ensured in two ways braces of steel bars.

**Klíčová slova**

Autobusová stanice, nosná konstrukce, ocel, sloup, průvlak, vaznice, ztužidlo, styčník

**Klíčová slova v  
anglickém  
jazyce**

Bus stations, structure, steel, columns, girders, purlins, brace, node

## SEZNAM POUŽITÝCH NOREM A LITERATURY

- [1] ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí, Český normalizační institut 2004
- [2] ČSN EN 1991-1-1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, Český normalizační institut 2004
- [3] ČSN EN 1991-1-3: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem, Český normalizační institut 2004
- [4] ČSN EN 1991-1-4: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem, Český normalizační institut 2004
- [5] ČSN EN 1993-1-1: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, Český normalizační institut 2004
- [6] ČSN EN 1993-1-8: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků, Český normalizační institut 2004
- [7] VRATNÝ Tomáš, WALD František, Ocelové konstrukce – Tabulky, Praha: Nakladatelství ČVUT, březen 2008
- [8] Studnička, J., Šafka, J.: Vzpěr a boulení ocelových konstrukcí, SNTL 1980
- [9] WALD František a kolektiv, Prvky ocelových konstrukcí – příklady podle Eurokódu, Praha: Nakladatelství ČVUT, duben 8

## PODĚKOVÁNÍ

Rád bych tímto vyjádřil poděkování vedoucímu práce Ing. Janu Barbarovi Ph.D. za odbornou pomoc a další cenné rady při řešení diplomové práce.

V Brně dne: 04.01.2012



.....



Martin Roušar

B. VARIANTY ŘEŠENÍ

# B. VARIANTY ŘEŠENÍ

---

DIPLOMOVÁ PRÁCE:

**„ZASTŘEŠENÍ AUTOBUSOVÉ STANICE“**

Autor práce: Bc. Martin Roušar  
Vedoucí práce: Ing. Jan Barnat, Ph.D.

B. VARIANTY ŘEŠENÍ

**OBSAH:** 1. ÚVOD  
2. VARIANTA Č. 1  
3. VARIANTA Č. 2  
4. POROVNÁNÍ VARIANT  
5. ZÁVĚR – ZHODNOCENÍ

B. VARIANTY ŘEŠENÍ

## 1 ÚVOD

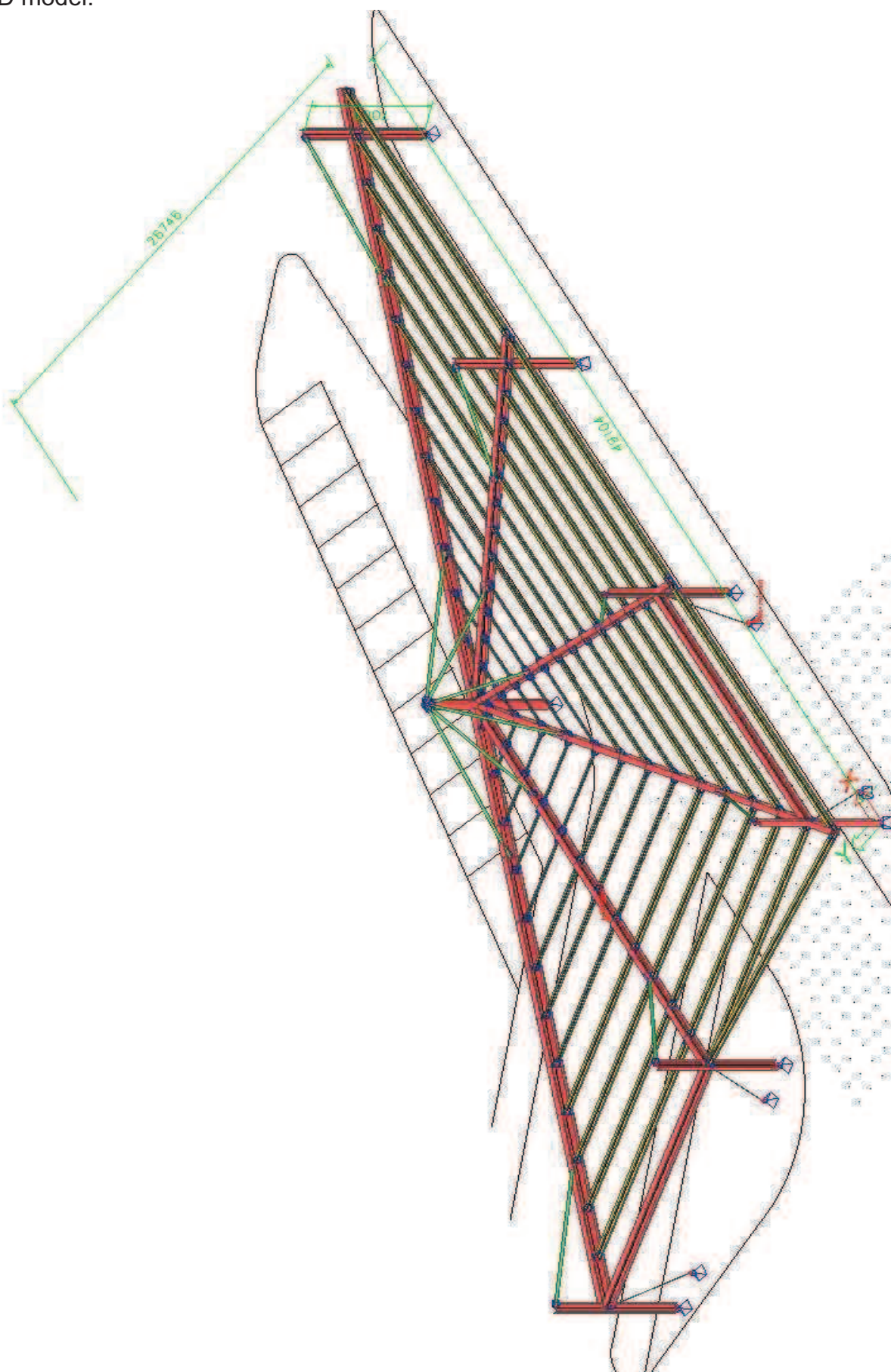
Náplní diplomové práce bylo provést návrh zastřešení autobusové stanice. Lokalita byla zvolena ve městě Vysoké Mýto. V rámci diplomové práce byly navrženy dvě varianty řešení. Tyto varianty byly vymodelovány v programu SCIA ENGINEER 2011 jako prostorové 3D konstrukce. Bylo provedeno namodelování podpor, kloubových a rámových spojů a pod... Dále byly obě varianty shodně zatíženy stejnými zatíženími, tj. vlastní tíha, ostatní stálé zatížení, proměnné zatížení: sníh, vítr, a pod... Poté byly spočítány vnitřní síly na konstrukci a byl proveden předběžný posudek jednotlivých nosných prvků konstrukce v programu SCIA ENGINEER 2011. Jednotlivé prvky byly potom nadimenzovány tak, aby vyhověly na daná zatížení a splňovaly normové požadavky (splňovaly podmínky na 1. mezní stav – únosnost a 2. mezní stav - použitelnost). Z výše popsaného vyplývá, že bylo provedeno pouze předběžné navržení a posouzení jednotlivých prvků nosné konstrukce, nejedná se o detailní posouzení konstrukce, ani nebyly řešeny spoje a detaily na konstrukci. Poté byl proveden orientační výpočet ceny na vybudování jednotlivých konstrukcí a bylo provedeno zhodnocení obou variant (finanční, technické, náročnost a složitost konstrukce, architektonické).

## 2 VARIANTA Č.1

Konstrukce má tvar trojúhelníku s rozměry 49,10 x 26,75 m. Konstrukce je tvořena jednotlivými rámy, které se stýkají v jednom bodě. Celková výška konstrukce je 7,00 m, výška zastřešení je 4,00 m.

**B. VARIANTY ŘEŠENÍ**

3D model:

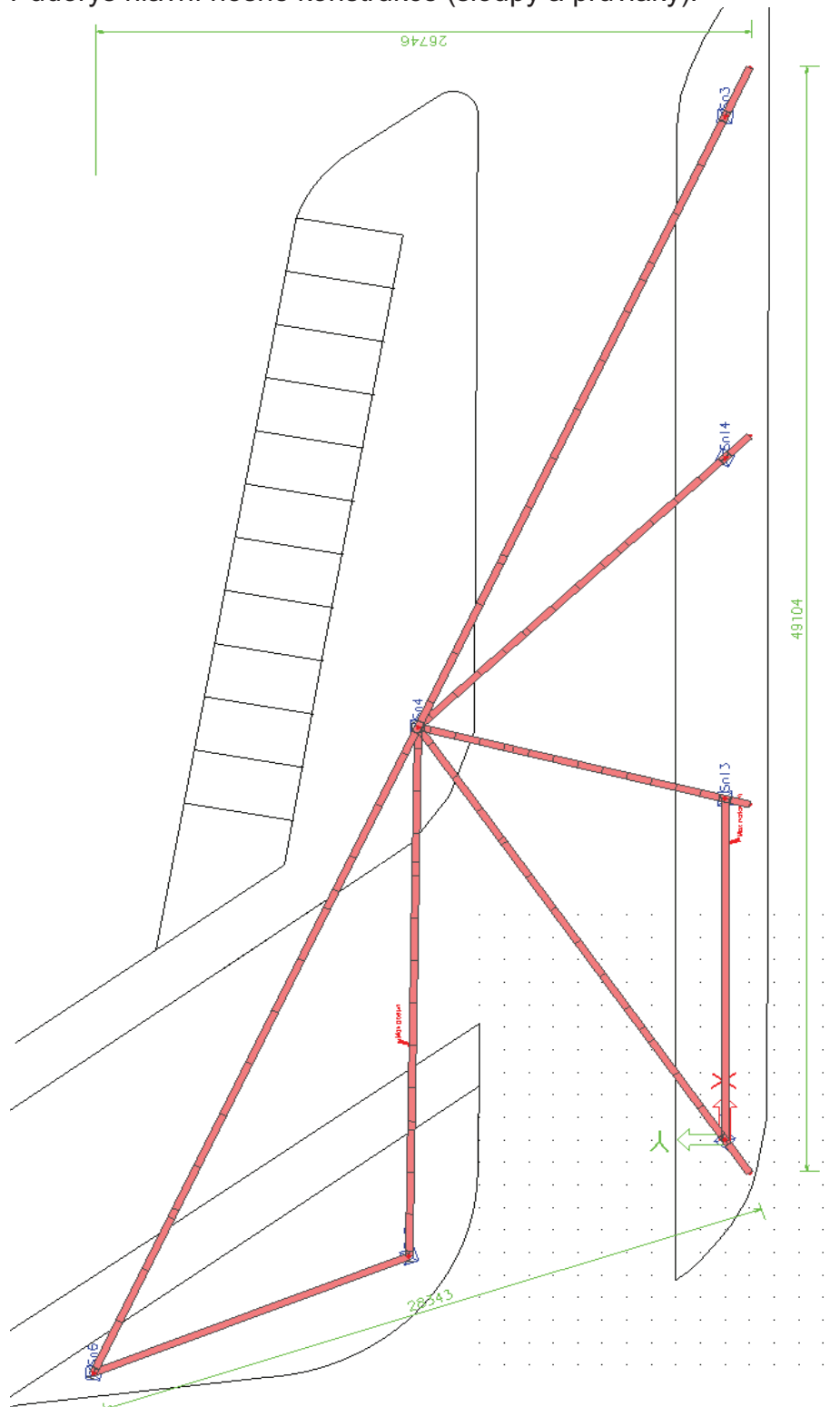




### B. VARIANTY ŘEŠENÍ

Hlavní nosná konstrukce je tvořena ocelovými sloupy z profilů HEB 700, sloupy jsou kloubově ukotveny do základových patek. Na sloupy jsou připojeny hlavní vodorovné nosné průvlaky, průvlaky jsou navrženy z profilů HEB 700. Spojení průvlaků se sloupy je provedeno jako tuhý rámový roh. V místě spojení jednotlivých ráků do jednoho bodu je navržen ocelový sloup z trub prům. 600 mm, tl. stěny 20 mm. Materiál sloupů a průvlaků je ocel S355.

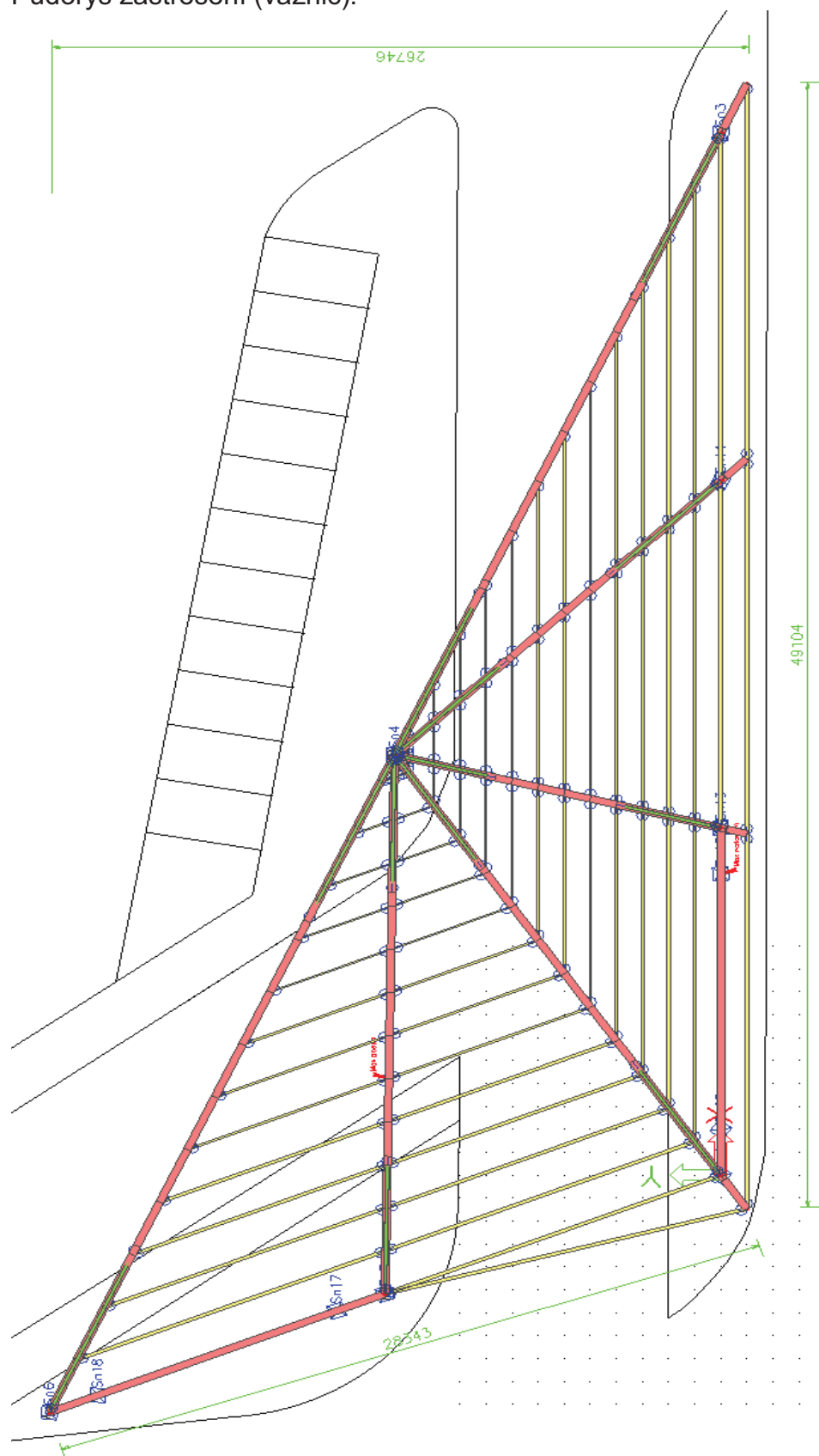
Půdorys hlavní nosné konstrukce (sloupy a průvlaky):



### B. VARIANTY ŘEŠENÍ

Konstrukce zastřešení (vaznice) je navržena z válcovaných ocelových profilů I340, ocel S355. Spoj vaznic s průvlaky je proveden jako kloubový.

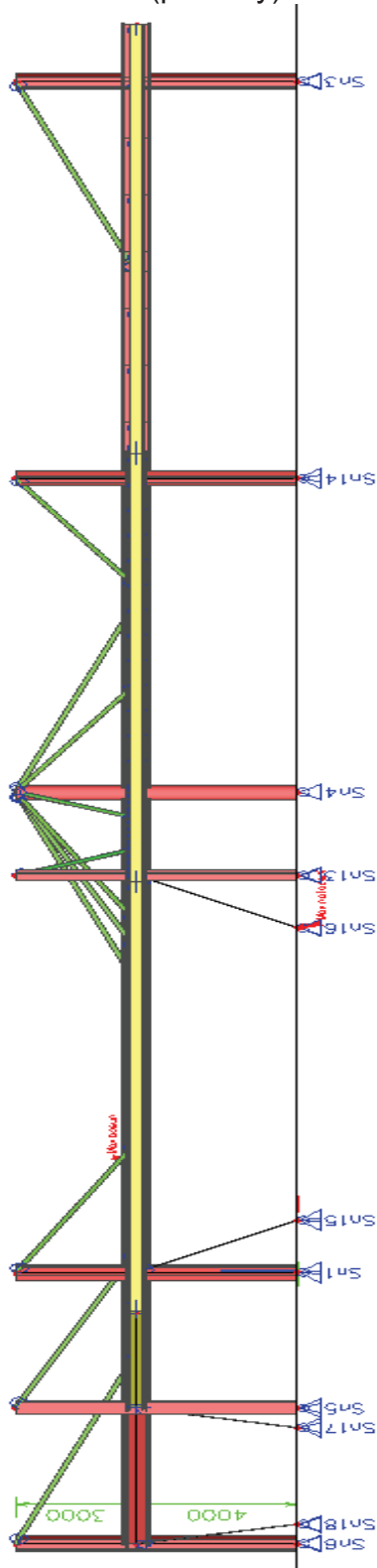
Půdorys zastřešení (vaznic):



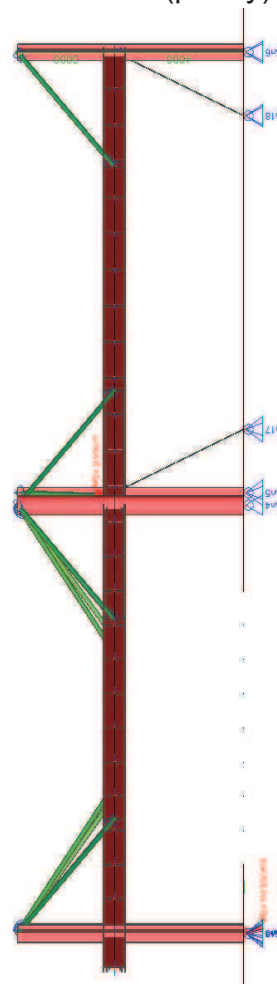
### B. VARIANTY ŘEŠENÍ

Ztužení konstrukce je provedeno ocelovými táhly. Svislé ztužení (svislé průhyby od zatížení sněhem) je tvořeno táhly z ocelových trub prům. 133 mm, tl. stěny 4 mm, ocel S355. Vodorovné ztužení (vodorovné průhyby od větru) je provedeno táhly ukotvenými do terénu (přes betonové základové patky), profil táhla je tyčovina prům. 20 mm, ocel S460.

Pohled boční (podélný):



Pohled boční (příčný):



## B. VARIANTY ŘEŠENÍ

Posouzení dílčích částí z programu SCIA ENGINEER 2011:

Hlavní nosná konstrukce:

Lineární výpočet, Extrém : Průřez  
Výběr : Vše  
Kombinace : MSÚ  
Vrstva : HL\_NOSNI

Stav	Prvek	css	mat	dx [m]	jed.posudek [-]	pevnost [-]	stab. posudek [-]
*Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Student							
MSÚ/1	B149	CS20 - HEB700	S 355	0,424	0,91	0,08	0,91
MSÚ/1	B4	CS18 - RO559X20	S 355	4,000	0,53	0,53	0,48
MSÚ/1	B496	CS21 - Obecný průřez	S 355	2,525	0,54	0,16	0,54

Zastřešení:

Lineární výpočet, Extrém : Průřez  
Výběr : Vše  
Kombinace : MSÚ  
Vrstva : ZASTRESE

Stav	Prvek	css	mat	dx [m]	jed.posudek [-]	pevnost [-]	stab. posudek [-]
*Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Student							
MSÚ/1	B392	CS15 - I340	S 355	7,603	0,84	0,14	0,84

Ztužidla:

Lineární výpočet, Extrém : Průřez  
Výběr : B517, B516, B513, B512, B513, B514, B515, B516, B517, B518, B514, B515, B407, B404  
Kombinace : MSÚ

Stav	Prvek	css	mat	dx [m]	jed.posudek [-]	pevnost [-]	stab. posudek [-]
*Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Student							
MSÚ/1	B515	CS10 - RO133X4	S 355	0,000	0,43	0,17	0,43
MSÚ/1	B404	CS5 - RD20	S 355	2,236	0,49	0,49	0,00

Výkaz materiálu (z programu SCIA ENGINEER 2011):

Jméno	Hmotnost [kg]	Povrch [m²]	Objem [m³]
*Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Student			
Celkový součet :	93281,06	1231,142	1,1883e+01

Průřez	Materiál	Jednotková hmotnost [kg/m]	Délka [m]	Hmotnost [kg]	Povrch [m²]	Objemová hmotnost [kg/m³]	Objem [m³]
*Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Student							
CS5 - RD20	S 355	2,46	17,889	44,09	1,124	7850,00	5,6170e-03
CS10 - RO133X4	S 355	12,72	84,528	1074,94	35,317	7850,00	1,3693e-01
CS15 - I340	S 355	68,06	529,851	36061,39	607,490	7850,00	4,5938e+00
CS18 - RO559X20	S 355	266,11	7,000	1862,80	12,292	7850,00	2,3730e-01
CS20 - HEB700	S 355	240,52	199,034	47872,38	501,338	7850,00	6,0984e+00
CS21 - Obecný průřez	S 355	397,84	16,000	6365,43	73,582	7850,00	8,1088e-01

B. VARIANTY ŘEŠENÍ

## 3 VARIANTA Č.2

Konstrukce má tvar L o max. rozměrech 55,52 x 33,47 m. Konstrukce je tvořena jednotlivými příčnými rámy tvaru H, které jsou spojeny obvodovými ztužidly a konstrukcí zastřešení (vaznicemi). Celková výška konstrukce je 8,00 m, výška zastřešení je 4,00 až 5,37 m.

3D model:

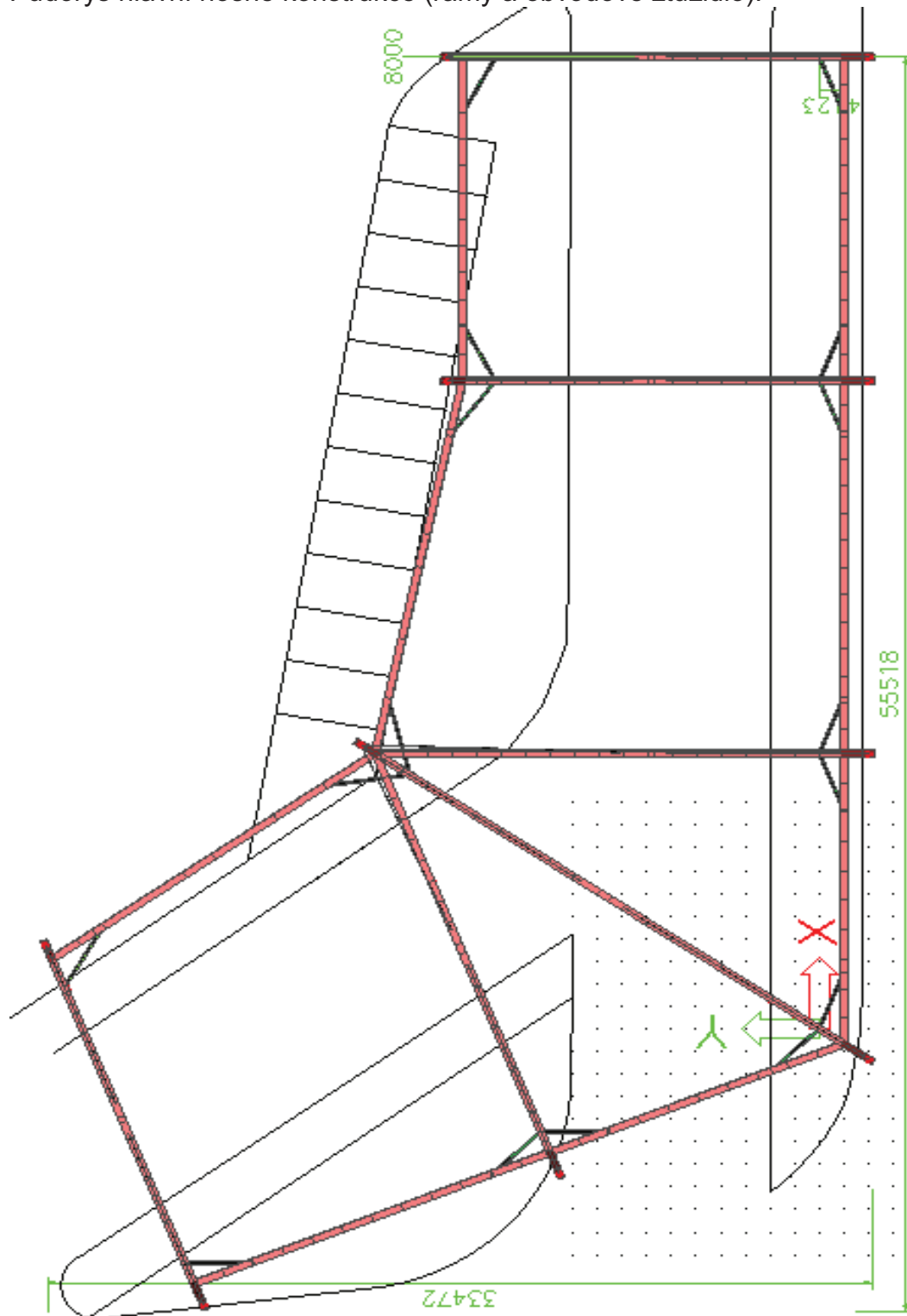




#### B. VARIANTY ŘEŠENÍ

Hlavní nosná konstrukce je tvořena ocelovými rámy (sloupy a průvlaky) z profilů HEB 500, ukotvení rámu do základových konstrukcí je provedeno kloubově. Spojení sloupů s průvlaky je navrženo jako tuhý rámový roh. Vnitřní rohový sloup (v místě kde se stýkají tři rámy) je sloup navržen z válcovaného profilu HEB 600. Po obvodu konstrukce je navrženo ztužení z profilů HEB 300. Materiál sloupů, průvlaků a ztužidel je ocel S355.

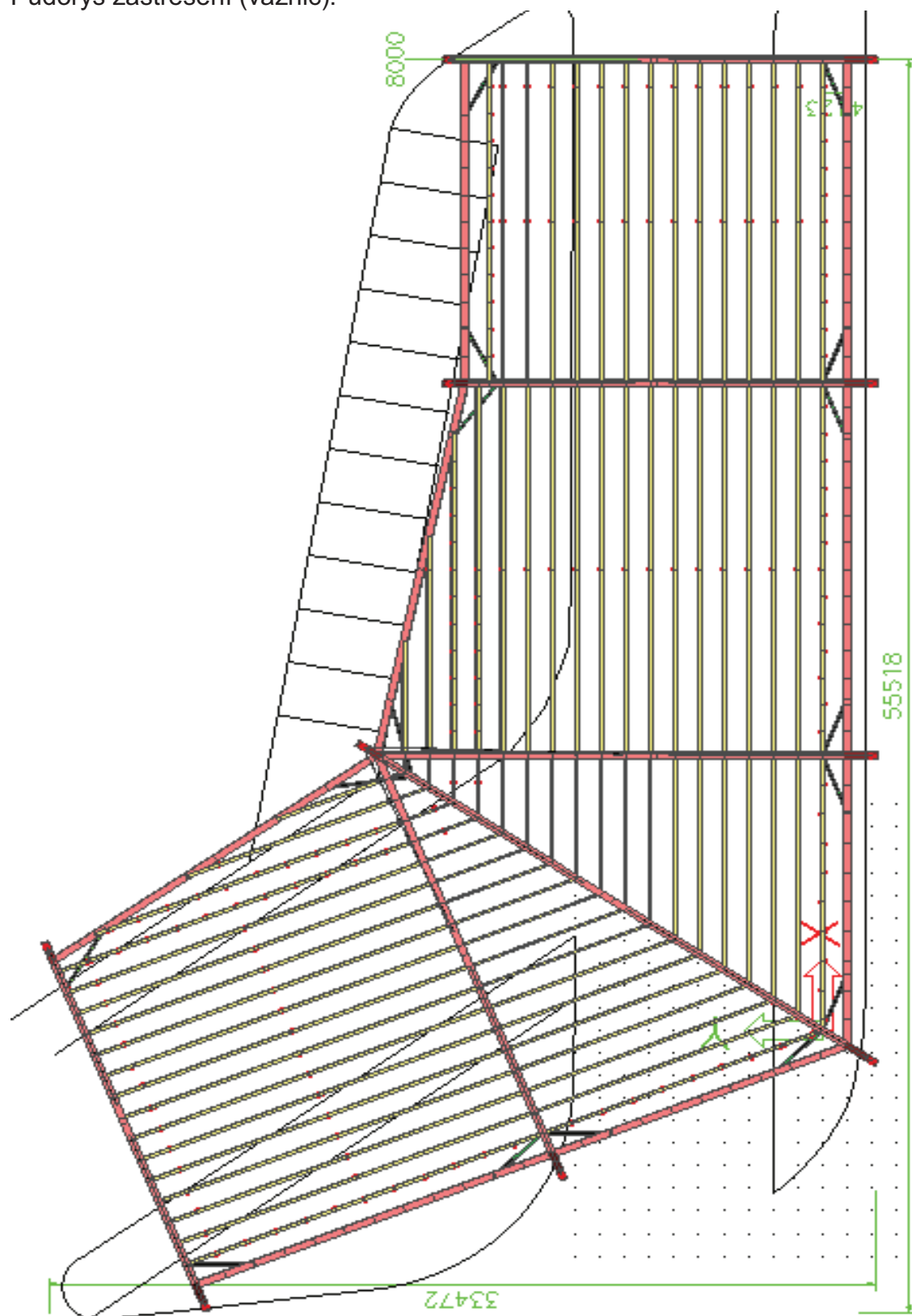
Půdorys hlavní nosné konstrukce (rámy a obvodové ztužidlo):



### B. VARIANTY ŘEŠENÍ

Konstrukce zastřešení (vaznice) je navržena z válcovaných ocelových I profilů dle zatížení a rozpětí jednotlivých profilů (I340, I300, I260, I200), materiál: ocel S355. Spoj vaznic s průvlaky je proveden jako kloubový.

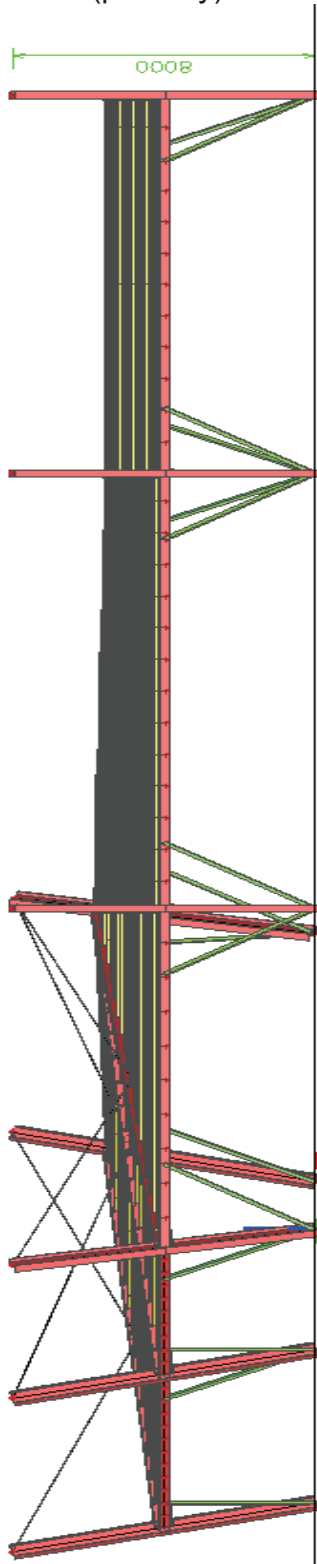
Půdorys zastřešení (vaznic):



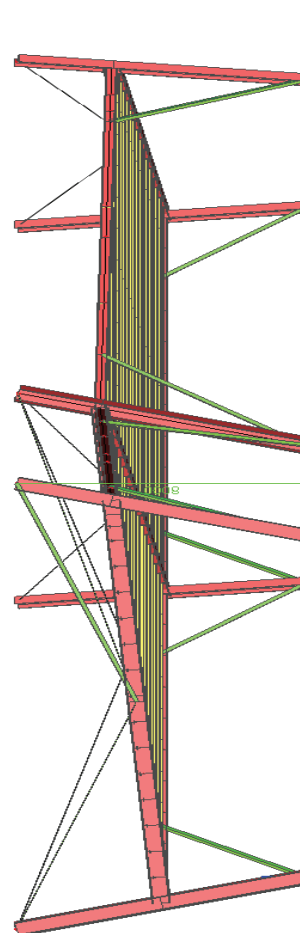
#### B. VARIANTY ŘEŠENÍ

Ztužení konstrukce je provedeno ocelovými táhly. Svislé ztužení (svislé průhyby od zatížení sněhem) je tvořeno táhly z ocelových tyčí prům. 20 mm, použita ocel S460. Vodorovné ztužení (vodorovné průhyby od větru) je provedeno táhly (respektive vzpěrami) ukotvenými do základových patek a do obvodového ztužidla, profil táhla JÄKL 120/120/4 mm, ocel S355.

Pohled boční (podélný):



Pohled boční (příčný):



## B. VARIANTY ŘEŠENÍ

Posouzení dílčích částí z programu SCIA ENGINEER 2011:

Hlavní nosná konstrukce:

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Kombinace : MSU

Vrstva : HL\_NOSNI

Stav	Prvek	css	mat	dx [m]	jed.posudek [-]	pevnost [-]	stab. posudek [-]
*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská v							
MSÚ/1	B497	CS11 - HEB500	S 355	0,000	0,64	0,44	0,64
MSÚ/1	B1125	CS4 - HEB300	S 355	0,000	0,18	0,12	0,18
MSÚ/1	B581	CS23 - HEB600	S 355	0,000	0,90	0,03	0,90

Zastřešení:

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Kombinace : MSU

Vrstva : ZASTRESE

Stav	Prvek	css	mat	dx [m]	jed.posudek [-]	pevnost [-]	stab. posudek [-]
*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Student							
MSÚ/1	B1105	CS21 - I320	S 355	0,000	0,81	0,26	0,81
MSÚ/1	B787	CS8 - I300	S 355	0,000	0,75	0,25	0,75
MSÚ/1	B617	CS15 - I340	S 355	3,444	0,93	0,17	0,93
MSÚ/1	B589	CS20 - I260	S 355	4,744	0,85	0,15	0,85
MSÚ/1	B598	CS18 - I200	S 355	3,735	0,96	0,17	0,96
MSÚ/1	B999	CS19 - I400	S 355	1,200	0,21	0,12	0,21

Ztužidla:

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : B771, B772, B773, B774, B1219, B1223, B1232, B1234, B769, B1220, B770,

Kombinace : MSU

Vrstva : TAHLA

Stav	Prvek	css	mat	dx [m]	pevnost [-]
*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *S					
MSÚ/1	B770	CS24 - RRK120/120/4	S 355	0,000	0,13
MSÚ/1	B544	CS5 - RD20	S 460 N/NL	4,673	1,00

## B. VARIANTY ŘEŠENÍ

Výkaz materiálu (z programu SCIA ENGINEER 2011):

Jméno	Hmotnost [kg]	Povrch [m <sup>2</sup> ]	Objem [m <sup>3</sup> ]
*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*			
Celkový součet :	107083,51	1685,603	1,3641e+01

Průřez	Materiál	Jednotková hmotnost [kg/m]	Délka [m]	Hmotnost [kg]	Povrch [m <sup>2</sup> ]	Objemová hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	Objem [m <sup>3</sup> ]
*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*							
CS4 - HEB300	S 355	117,04	119,276	13960,45	206,518	7850,00	1,7784e+00
CS5 - RD20	S 460 N/NL	2,46	114,902	283,22	7,219	7850,00	3,6079e-02
CS7 - I260	S 355	41,84	44,683	1869,58	40,542	7850,00	2,3816e-01
CS8 - I300	S 355	54,16	215,000	11645,48	220,775	7850,00	1,4835e+00
CS11 - HEB500	S 355	187,30	182,157	34118,17	386,979	7850,00	4,3463e+00
CS15 - I340	S 355	68,06	274,866	18707,27	315,142	7850,00	2,3831e+00
CS18 - I200	S 355	26,22	90,286	2367,20	63,958	7850,00	3,0155e-01
CS19 - I400	S 355	92,63	29,155	2700,60	38,648	7850,00	3,4403e-01
CS20 - I260	S 355	41,84	97,575	4082,57	88,531	7850,00	5,2007e-01
CS21 - I320	S 355	60,99	233,574	14246,73	253,824	7850,00	1,8149e+00
CS23 - HEB600	S 355	211,95	8,246	1747,76	19,146	7850,00	2,2264e-01
CS24 - RRK120/120/4	S 355	14,25	95,066	1354,48	44,320	7850,00	1,7255e-01

## 4 POROVNÁNÍ VARIANT

Při porovnávání obou variant bylo uvažováno s několika kritérii: celková hmotnost ocelové konstrukce, funkčnost, náročnost provádění a složitost konstrukce, architektonické řešení, apod...

### Varianta č.1

- + nižší hmotnost ocelové konstrukce
- menší zastavěná plocha = menší plocha zastřešení zastávky
- složitější konstrukce = téměř každý prvek má rozdílnou délku, náročnost na výrobu a na provádění
- vodorovná konstrukce zastřešení = při návrhu střešního pláště nutno vyřešit sklon zastřešení

### Varianta č.2

- + větší zastavěná plocha = větší plocha zastřešení zastávky
- + jednoduchá konstrukce = podobné opakující se rámy, stejné délky vaznic, jednodušší výroba a montáž
- + konstrukce rámu (respektive zastřešení) provedeno ve sklonu = střešní plášť možno položit přímo na nosnou konstrukci zastřešení, nemusí se řešit sklon střešního pláště
- + architektonicky zajímavější
- vyšší hmotnost ocelové konstrukce

B. VARIANTY ŘEŠENÍ

## **5 ZÁVĚR – ZHODNOCENÍ**

Po zhodnocení a porovnání obou variant (výhod a nevýhod jednotlivých variant, porovnání hmotnosti ocelových konstrukcí, složitosti konstrukce a architektonického řešení) byla vybrána VARIANTA Č.2 pro podrobnější zpracování a řešení konstrukčních detailů v rámci diplomové práce, a to především z důvodu jednodušší konstrukce, větší zastavěné plochy a architektonického vzhledu.

**Ve Vysokém Mýtě, leden 2011**

**Bc. Martin Roušar**

# C. TECHNICKÁ ZPRÁVA

---

DIPLOMOVÁ PRÁCE:

**„ZASTŘEŠENÍ AUTOBUSOVÉ STANICE“**

Autor práce: Bc. Martin Roušar  
Vedoucí práce: Ing. Jan Barnat, Ph.D.

C. TECHNICKÁ ZPRÁVA

**OBSAH: 1 ÚVOD**

**2 ZÁKLADNÍ IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

- 2.1 Stavba
- 2.2 Popis objektu
- 2.3 Základní údaje o stavbě

**3 ZDŮVODNĚNÍ STAVBY**

**4 GEOLOGICKÉ PODMÍNKY**

**5 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ**

- 5.1 Zemní práce
- 5.2 Základy
- 5.3 Prvky nosné konstrukce
  - 5.3.1 Hlavní nosné rámy
  - 5.3.2 Obvodová ztužidla
  - 5.3.3 Vaznice
  - 5.3.4 Střešní táhla
  - 5.3.5 Svislé ztužidlo
  - 5.3.6 Střešní ztužidlo
- 5.4 Spoje
  - 5.4.1 Rámový spoj
  - 5.4.2 Spoj vaznic s průvlaky
  - 5.4.3 Spoj střešních táhel se sloupy
  - 5.4.4 Spoj svislých ztužidel na odvodová ztužidla a na sloupy
  - 5.4.5 Spoje střešních ztužidel s vaznicemi a s průvlaky
  - 5.4.6 Montážní spoj průvlaků
  - 5.4.7 Ukotvení sloupů
- 5.5 Ostatní konstrukce
  - 5.5.1 Zastřešení
- 5.6 Použitý materiál nosných konstrukcí

**6 HODNOTY UŽITNÝCH, KLIMATICKÝCH A DALŠÍCH ZATÍŽENÍ UVAŽOVANÝCH PŘI NÁVRHU NOSNÉ KONSTRUKCE**

**7 NÁVRH ZVLÁŠTNÍCH, NEOBVYKLÝCH KONSTRUKCÍ, KONSTRUKČNÍCH DETAILŮ A TECHNOLOGICKÝCH POSTUPŮ**

**8 TECHNOLOGICKÉ PODMÍNKY POSTUPU PRACÍ, KTERÉ BY MOHLY OVLIVNIT STABILITU VLASTNÍ KONSTRUKCE, PŘÍPADNĚ SOUSEDNÍ STAVBY**



C. TECHNICKÁ ZPRÁVA

9 ZÁSADY PRO PROVÁDĚNÍ BOURACÍCH A  
PODCHYCOVACÍCH PRACÍ A ZPEVŇOVACÍCH  
KONSTRUKCÍ ČI PROSTUPŮ

10 POŽADAVKY NA KONTROLU ZAKRÝVANÝCH  
KONSTRUKCÍ

11 SEZNAM POUŽITÝCH PODKLADŮ, ČSN,  
TECHNICKÝCH PŘEDPISŮ, ODBORNÉ LITERATURY,  
SOFTWARE

12 ZÁVĚR

C. TECHNICKÁ ZPRÁVA

## 1 ÚVOD

Náplní diplomové práce bylo provést návrh zastřešení autobusové stanice. Lokalita byla zvolena ve městě Vysoké Mýto. V rámci diplomové práce byly navrženy dvě varianty řešení. Tyto varianty byly vymodelovány v programu SCIA ENGINEER 2011 jako prostorové 3D konstrukce. Bylo provedeno namodelování podpor, kloubových a rámových spojů apod. Dále byly obě varianty shodně zatíženy stejnými zatíženími, tj. vlastní tíha, ostatní stálé zatížení, proměnné zatížení: sníh, vítr, apod. Poté byly spočítány vnitřní síly na konstrukci a byl proveden předběžný posudek jednotlivých nosných prvků konstrukce v programu SCIA ENGINEER 2011. Jednotlivé prvky byly potom nadimenzovány tak, aby vyhověly na daná zatížení a splňovaly normové požadavky (splňovaly podmínky na 1. mezní stav – únosnost a 2. mezní stav - použitelnost). Z výše popsaného vyplývá, že bylo provedeno pouze předběžné navržení a posouzení jednotlivých prvků nosné konstrukce, nejedná se o detailní posouzení konstrukce, ani nebyly řešeny spoje a detaily na konstrukci. Poté bylo provedeno posouzení a zhodnocení výhod a nevýhod obou variant. Výsledkem tohoto hodnocení bylo vybrání varianty č. 2 pro podrobnější zpracování a posouzení.

## 2 ZÁKLADNÍ IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

### 2.1 Stavba

- **Název stavby:** Zastřešení autobusové stanice
- **Místo stavby:** Město Vysoké Mýto, k.ú. Vysoké Mýto, č. poz. 1263/1
- **Okres:** Ústí nad Orlicí
- **Kraj:** Pardubický
- **Investor:** Město Vysoké Mýto  
Nám. Přemysla Otakara II. 24  
566 01 Vysoké Mýto
- **Vypracoval:** Bc. Martin Roušar  
Husova 535 – Litomyšlské předměstí  
566 01 Vysoké Mýto
- **Povolovací úřad:** Stavební úřad města Vysoké Mýto

### 2.2 Popis objektu

Nově vybudované zastřešení autobusové stanice bude sloužit ke zvýšení kvality cestovního ruchu ve městě Vysoké Mýto. Zastřešení bude provedeno nad nástupišti číslo 4 až 8 a bude jím zastřešena jak plocha nástupních ostrůvků, tak i část komunikace určená pro autobusy, která se nachází v těsné blízkosti zastřešovaných nástupišť.

Konstrukce zastřešení má tvar L o max. rozměrech 55,52 x 33,47 m. Konstrukce je tvořena jednotlivými příčnými rámy tvaru H, které jsou navrženy z válcovaných ocelových profilů HEB 500 a HEB 600, jednotlivé rámy jsou spojeny vaznicemi z ocelových válcovaných I profilů (např. I340, I320, I260, apod...). Materiál hlavní nosné konstrukce je ocel S355 a ocel S460. Celá konstrukce je pomocí sloupů ukotvena do základových železobetonových patek.

### C. TECHNICKÁ ZPRÁVA

Zastřešení je provedeno skleněnými tabulemi z bezpečnostního skla. Sklo je připevněno pomocí vlastní hliníkové nosné konstrukce na vaznice.

Celá konstrukce musí být opatřena ochrannými nátěry: tj. 2 x základní, protipožární a 2 x vrchní.

## 2.3 Základní údaje o stavbě

▪ Zastavěná plocha objektu:	1044,94 m <sup>2</sup>
▪ Maximální délka konstrukce:	56,65 m
▪ Maximální šířka konstrukce:	33,88 m
▪ Výška haly:	8,190 m
▪ Počet podlaží:	1

## 3 ZDŮVODNĚNÍ STAVBY

Současný stav autobusového nádraží je nevyhovující. Objekt autobusové stanice (hala) je ve špatném technickém stavu. Součástí této haly je zastřešení dvou nástupišť, a to nástupišť č. 2 a 3. Ostatní nástupiště jsou bez zastřešení a v případě nepříznivého počasí musí cestující být v hale, nebo pod zastřešením nástupišť č. 2 a 3. Proto se město Vysoké Mýto rozhodlo provést zastřešení i zbývajících nástupišť. V tomto projektu je tedy řešeno zastřešení nástupišť č. 4 a 8. Nástupiště č. 1 zůstává bez zastřešení. Tato konstrukce zastřešení je pouze první etapou projektu rekonstrukce autobusového nádraží ve Vysokém Mýtě. V dalších etapách bude provedeno zrekonstruování nádražní budovy včetně zastřešení stanic č. 2 a 3 před touto budovou a bude provedeno nové zastřešení nástupiště č. 1. V poslední etapě bude provedeno spojení dílčích částí zastřešení a budou provedeny úpravy chodníků a přechodů pro chodce, aby bylo možné projít všechny nástupiště tzv. „suchou nohou“ a byl vytvořen komplex nového autobusového nádraží.

## 4. GEOLOGICKÉ PODMÍNKY

Lokalita stavby byla zvolena pro město Vysoké Mýto. Stavební pozemek č. 1263/1 se nachází nedaleko centra města. Pozemek je rovinatý. Protože nebyl proveden geologický průzkum dané lokality, bylo při výpočtu uvažováno s následujícími předpoklady: max. únosnost základové půdy  $R_{dt} = 250 \text{ kPa}$ , hladina spodní vody se v základové spáře nevyskytuje a nebude nepříznivě ovlivňovat založení objektu.

Před zahájením výkopových prací je nutno ověřit pomocí kopané sondy skutečné geologické a geotechnické podmínky lokality vlastní stavby a porovnat je s předpoklady projektu. **NA ZÁKLADĚ ZJIŠTĚNÝCH SKUTEČNOSTÍ BUDE PŘÍPADNĚ UPRAVEN NÁVRH ZALOŽENÍ NA PLOŠNÝCH ZÁKLADECH - ZVĚTŠENÍ ČI ZMENŠENÍ HLOUBKY ZÁKLADOVÉ SPÁRY, ZÁKLADOVÁ SPÁRA MUSÍ BÝT VŽDY V ROSTLÉM TERÉNU.**

C. TECHNICKÁ ZPRÁVA

## 5 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

### 5.1 Zemní práce

Z úrovně HTÚ budou provedeny výkopy pro nové základové patky objektu. Samotné výkopové práce se doporučuje provádět strojně a těsně před betonáží základů je potřebné ruční začištění až na základovou spáru. Pro účely projektu je uvažováno se zeminou třídy těžitelnosti 3. **KONEČNÉ ZATŘÍDĚNÍ ZEMIN A HORNIN JE NUTNO PROVÉST DLE SKUTEČNÉHO STAVU VE VÝKOPU V LOKALITĚ.**

Před zahájením výkopových prací je nutno ověřit pomocí kopané sondy skutečné geologické a geotechnické podmínky lokality vlastní stavby a porovnat je s předpoklady projektu. **NA ZÁKLADĚ ZJIŠTĚNÝCH SKUTEČNOSTÍ BUDE PŘÍPADNĚ UPRAVEN NÁVRH ZALOŽENÍ NA PLOŠNÝCH ZÁKLADECH - ZVĚTŠENÍ ČI ZMENŠENÍ HLOUBKY ZÁKLADOVÉ SPÁRY, ZVĚTŠENÍ ŠÍŘKY ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ, APOD. ZÁKLADOVÁ SPÁRA MUSÍ BÝT VŽDY V ROSTLÉM TERÉNU.**

V projektu je vzhledem k tomu, že objekt bude nepodsklepený, uvažováno založení plošné na základových patkách v nezámrzné hloubce nad hladinou podzemní vody.

Projekt předpokládá, že podzemní voda nebude nepříznivě ovlivňovat průběh stavby, neboť se předpokládá, že ustálená hladina spodní vody se nachází v dostatečné hloubce pod základovou spárou. V případě výskytu spodní vody ve výkopech pro základové patky je nutno vyzvat projektanta k prohlídce objektu a k posouzení vlivu spodní vody na další průběh prací a k posouzení jejího vlivu na zakládání objektu.

Přebývající zemina pocházející ze zemních prací bude využita k novým násypům a zásypům a při úpravách terénu okolo objektu po dokončení stavebních prací. Lze předpokládat, že těžené zeminy neposkytují materiál vhodný do náročnějších násypů nebo zásypů. Vytěženou zeminu je nutné odvézt na předem určenou skládku nebo deponii, na staveništi se ponechá jen zemina určená na zpětné zásypy.

Při zvoleném způsobu zakládání je nutno dbát, aby zeminy nacházející se v základové spáře nebyly dlouhodobě vystaveny povětrnostním a mechanickým vlivům, zvláště zamokření srážkami, načechrání zemními stroji apod. Základové patky se v předpokládaných základových poměrech doporučuje betonovat přímo do nepažených výkopů, udržitelných krátkodobě ve svislých stěnách. Zamezí se tak nepříznivým účinkům povětrnostních vlivů a kumulaci srážkových vod ve zpětných zásypech a druhotnému zhoršování přetvárných vlastností zemin v podzákladí.

### 5.1 Základy

**ZPRACOVATEL PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE (PROJEKTANT) SI VYHRAZUJE PRÁVO PŘEBÍRKY ZÁKLADOVÉ SPÁRY A OZNÁMENÍ SKUTEČNOSTÍ ODLIŠNÝCH OD UVAŽOVANÝCH PŘEDPOKLADŮ.** Při odhalení základové spáry je nutno přizvat projektanta (geologa nebo statika) a posoudit základové poměry podloží. V případě, že se prokáží nevhodné základové poměry, je potřebné přehodnotit způsob zakládání stavby (především šířku základových pasů).

### C. TECHNICKÁ ZPRÁVA

**DODAVATEL STAVBY JE POVINEN PROVĚŘIT A DOLOŽIT, ŽE CHARAKTERISTIKY ZEMINY V ÚROVNI ZÁKLADOVÉ SPÁRY ODPOVÍDAJÍ POŽADAVKŮM UVAŽOVANÝM V PROJEKTU. ZÁKLADOVOU SPÁRU MUSÍ PŘEVZÍT GEOLOG NEBO PROJEKTANT STAVBY A DODAVATEL STAVBY MUSÍ DOLOŽIT PROJEKTANTOVI OVĚŘENÍ ZÁKLADOVÝCH POMĚRŮ UVAŽOVANÝCH VE STATICKÉM VÝPOČTU. PŘEDPOKLÁDANÁ ÚNOSNOST  $R_{dt}=250$  KPA. ZÁKLADOVÉ PATKY JSOU NAVRŽENY NA UVAŽOVANOU  $R_{dt}$ .**

Ustálená hladina podzemní vody se dle předpokladů nachází v hloubkách pod základovou spárou. Podzemní voda při plošném zakládání základové poměry neovlivní.

**HLOUBKA ZALOŽENÍ (MINIMÁLNÍ HLOUBKA ZALOŽENÍ) JE VOLENA MIN. 1,15 M OD ÚROVNĚ UPRAVENÉHO TERÉNU.** Pokud by bylo při přebírání základové spáry zjištěno, že základová půda je tvořena jemnozrnnými zeminami třídy F 7 a F8 a základová půda může vysychat, je nutno přehodnotit založení objektu.

Pozornost je nutné věnovat také zpětným zásypům a povrchovému odvodnění kolem objektů, kdy je třeba zabránit zasakování srážkových vod do podzákladí.

Výšky jednotlivých základových patek lze upravit dle skutečnosti na stavbě – dle průběhu rostlého terénu. Hloubka založení je navržena tak, aby ve všech případech bylo dosaženo požadované minimální nezámrazné hloubky a současně bylo zakládáno na předpokládaném únosném podloží.

V projektu je uvažováno založení plošné na základových patkách z betonu **C20/25** v nezámrazné hloubce nad hladinou podzemní vody. Základové patky budou provedeny pod nosnými ocelovými sloupy. Základové patky jsou navrženy jako dvoustupňové – spodní stupeň bude betonován přímo do výkopu, horní stupeň bude betonován do předem připraveného bednění. **VÝŠKA SPODNIHO STUPNĚ ZÁKLADOVÉ PATKY JE VOLENA 1000 mm, VÝŠKA HORNÍHO STUPNĚ JE VOLENA 250 mm.** V horním stupni základové patky bude vynechán otvor pro ocelovou zarážku.

**Základy** budou provedeny z železobetonu, materiál betonu C20/25, ocel BSt 500 S:  
- půdorysné rozměry základové patky budou 2,0 x 2,0 m.

Základové patky budou při spodním okraji vyztuženy v obou směrech ocelovými tyčemi prům. 20 mm po vzdálenosti 200 mm. Protože ve statickém výpočtu nebylo provedeno dimenzování základových patek, je výše popsána výztuž pouze předběžný návrh!!! Podrobné posouzení by bylo nutné provést v dalším stupni projektové dokumentace, nebo před vlastní realizací stavby

### MATERIÁL:

- **Beton C20/25**

Základové patky  
Zálivka ocelové zarážky

- **Výztuž**

BSt 500 S (10 505 R) výztuž základových patek

### C. TECHNICKÁ ZPRÁVA

## **5.3 Prvky hlavní nosné konstrukce**

### **5.3.1 Hlavní nosné rámy**

Hlavní nosné rámy konstrukce zastřešení mají tvar písmene H a jsou tvořeny vždy dvojicí sloupů s průvlakem. Průvlaky jsou navrženy z ocelových válcovaných profilů HEB 500, sloupy jsou navrženy z profilů HEB 500 nebo HEB 600. Délka sloupů je 8,225 m a jsou ve sklonu 76° od vodorovné roviny. Průvlaky jsou ve sklonu 5°, výška uložení na sloupy je 4,10 m a 5,52 m. Délka průvlaků je proměnná od 15,54 m do 22,90 m. Osová vzdálenost jednotlivých ráků je od 14,035 m po 16,19 m. Spojení průvlaku se sloupy je provedeno jako tuhý rámový roh, rámy jsou na základové patky ukotveny kloubově. Materiál ocelových ráků je ocel S355.

### **5.3.2 Obvodová ztužidla**

Celá konstrukce je po obvodu ztužena obvodovými průvlaky - ztužidly. Ztužidla jsou navržena z válcovaných ocelových profilů HEB 300, ocel S355. Délka profilů je dle vzdálenosti jednotlivých ráků, tj. od 14,035 m po 16,19 m. Ukotvení ztužidel k rákům je provedeno kloubově.

### **5.3.3 Vaznice**

Vaznice jsou navrženy z válcovaných ocelových profilů I 340, I320, I260 a I 200. Vaznice jsou ukotveny na průvlaky, osová vzdálenost mezi vaznicemi je 1,00 m. Délka vaznic je opět dle osově vzdálenosti jednotlivých ráků, tj. od 14,035 m po 16,19 m. Materiál vaznic je ocel S355. Vaznice jsou k průvlakům připojeny kloubově. Z důvodu zkrácení délky vaznic v klopení je provedeno v polovině rozpětí vaznic ztužení příčnými prvky z profilů I 200, které jsou součástí obvodového vodorovného střešního ztužení konstrukce (více viz. 5.3.6 střešní ztužidlo).

### **5.3.4 Střešní táhlo**

Na konstrukci jsou z důvodu snížení svislých deformací průvlaků navržena ocelová táhla MACALLOY. Táhla jsou ukotvena k vrcholům sloupů a vždy do středu rozpětí průvlaků. Táhla jsou prům. 20 mm z oceli S460. Připojení ke sloupům a k průvlakům je rovněž provedeno kloubově. Délky jednotlivých táhel jsou od 8,59 m do 12,13 m.

### **5.3.5 Svislé ztužidlo**

Konstrukce zastřešení autobusové stanice je ve vodorovném směru ztužena svislými vzpěrami (svislým ztužidlem). Vzpěry jsou navrženy z profilu JÄKL 120/120/4, ocel S355. Vzpěra je v patě ukotvena pomocí čepu k patě sloupu (respektive na patní plech), v hlavě je potom ukotvena do obvodového ztužidla. Oboje připojení je navrženo jako kloubové.

### **5.3.6 Střešní ztužidlo**

Pro ztužení střešní konstrukce (vaznic a obvodového ztužidla) je po celém obvodu konstrukce provedeno vodorovné střešní ztužidlo. Ztužidlo je navrženo z profilů U100, nebo I200. Délky jednotlivých prvků ztužidla závisí na poloze umístění v konstrukci, maximálně však 1,6 m. Spoje s vaznicemi jsou navrženy kloubové.



### C. TECHNICKÁ ZPRÁVA

## **5.4 Spoje**

### **5.4.1 Rámový spoj**

Spoje ocelových sloupů s průvlaky jsou navrženy jako tuhý rámový roh. Spoj bude zesílen náběhem z plechu s pásnicí, tl. obou plechů bude 20 mm. Délka náběhu bude 700 mm, výška 400 mm. V místě konce náběhu bude průvlak zesílen výztuhami ve svislém směru, tl. plechu výztuh 20 mm. Stojina sloupu bude zesílena dvojicí plechů tl. 20 mm (z obou stran stojiny). V místě napojení průvlaku a náběhu na sloup budou provedeny vodorovné výztuhy z plechů tl. 20 mm. Všechny svary ve spoji jsou navrženy účinné výšky  $a=8$  mm. Všechny rámové rohy na konstrukci (ve všech osách) budou provedeny stejným způsobem. Materiál ocelových plechů je navržen z oceli S355.

### **5.4.2 Spoje vaznic s průvlaky**

Spojení vaznic s průvlaky je navrženo kloubové. Na vaznicích jsou čelní plechy tl. 10 mm (přivařeny koutovým svarem účinné výšky  $a=4$  mm ke stojině vaznice) přišroubované čtyřmi šrouby R16, 5.6. Materiál čelního plechu je ocel S355.

### **5.4.3 Spoj střešních táhel se sloupem**

Spojení střešních táhel se sloupem (respektive s průvlaky) je navrženo kloubové pomocí plechu tl. 15 mm z oceli S355 a speciálního konce ocelového táhla MACALLOY, které dodává výrobce táhel. Spoj plechu se sloupem (průvlakem) je proveden koutovým svarem účinné výšky  $a=6$  mm. Spoj je proveden čepem, prům. čepu 20 mm. Materiál střešního táhla: ocel S460, materiál čepu: ocel S355.

### **5.4.4 Spoj svislých ztužidel na obvodová ztužidla a na sloup**

Oba tyto spoje (na sloup a na průvlak) jsou navrženy kloubové. V hlavě ztužidla (vzpěry) je provedeno spojení pomocí čelního plechu tl. 10 mm z oceli S355 a čtyřmi šrouby R16, 5.6. Spoj plechu a vzpěry (JÄKLU 120/120/4) je proveden svarem účinné výšky  $a=4$  mm. V patě vzpěry (sloupu) je proveden kloubový spoj, spoj je navržen pomocí dvojice plechů tl. 10 mm z oceli S355, přivařených k patnímu plechu sloupu a ke stojině sloupu, a čepem prům. 30 mm. Svary jsou navrženy účinné výšky  $a=4$  mm.

### **5.4.5 Spoje střešních ztužidel s vaznicemi a s průvlaky**

Spoj bude proveden jako kloubový montážním svarem účinné výšky  $a=3$  mm. Svar bude vždy proveden po celém obvodu ocelového profilu.

### **5.4.6 Montážní spoj průvlaků**

Pro jednodušší provedení a montáž na stavbě a z důvodu převozu jednotlivých prvků konstrukce jsou na průvlak navrženy montážní spoje. Spoj je navržen vždy ve vzdálenosti 1,5 m od osy sloupů. Spoj je navržen na plnou únosnost, tj. aby přenesl maximální ohybový moment a posouvající sílu, která může na nosníku vzniknout. Je navržen šroubovaný s příložkami s dvojicí ocelových plechů tl. 20 mm (pásnice) a dvojicí plechů tl. 10 mm (stojiny). Materiál plechů ocel S355. Na stojině a na pásnici je shodně navrženo vždy 10 šroubů na každé straně spoje, prům. šroubu 24 mm, materiál 8.8.

### C. TECHNICKÁ ZPRÁVA

#### **5.4.7 Ukotvení sloupů**

Ukotvení sloupů je navrženo kloubové. Na sloupy je přivařen koutovým svarem účinné výšky  $a=8$  mm patní plech tl. 20 mm z oceli S355. Plech je přikotven do základové patky dvojicí kotev HILTY HIT-V M24 x 144 + HIT-HY 150 MAX. Pro zachycení vodorovných sil je navržena zarážka, ta bude provedena z profilu JÄKL 120/120/4 délky 150 mm. Zarážka bude přivařena koutovým svarem účinné výšky  $a=4$  mm k patnímu plechu.

**KVALITA NAVRŽENÝCH MATERIÁLŮ, UVEDENÝCH VE VÝKRESECH, V TECHNICKÉ ZPRÁVĚ A VE STATICKÉM VÝPOČTU MUSÍ BÝT DODRŽENA. OCELOVÉ PROFILY MUSÍ BÝT OPATŘENY NÁTĚREM: 2 X ZÁKLADNÍ SYNTETICKÝ + PROTIPOŽÁRNÍ + 2 X VRCHNÍ NÁTĚR!!! VĚŠKERÉ ROZMĚRY OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ POUŽITÝCH NA STAVBĚ JE NUTNÉ ZMĚŘIT PŘÍMO NA STAVBĚ PŘI PROVÁDĚNÍ!!!**

#### **5.5 Ostatní konstrukce**

##### **5.5.1 Zastřešení**

Zastřešení autobusové stanice je navrženo z bezpečnostního skla. Tl. skla si vypočte dodavatel zastřešení sám. Sklo bude připevněno pomocí speciální hliníkové konstrukce (tu dodá dodavatel zastřešení) na vaznice.

**TATO ČÁST NENÍ ŘEŠENA V TÉTO PROJEKTOVÉ DOKUMENTACI. POTŘEBNÉ VÝPOČTY, VÝKRESY ČI VÝPISY SI ZPRACUJE SÁM DODAVATEL ZASTŘEŠENÍ OBJEKTU!!!**

#### **5.6 Použitý materiál nosných konstrukcí**

betonové a železobetonové konstrukce: **BETON C20/25**

ocelové konstrukce: **OCEL S355, S460  
ELEKTRODY E-B 121**

### **6 HODNOTY UŽITNÝCH, KLIMATICKÝCH A DALŠÍCH ZATÍŽENÍ UVAŽOVANÝCH PŘI NÁVRHU NOSNÉ KONSTRUKCE**

ČSN EN 1991-1 Zatížení konstrukcí: Objemové tíhy  
Užitné zatížení

ČSN EN 1991-1-3:2005/Z1:2006 : - sněhová oblast II.  $s_k = 1,0$  KPa (KN/m<sup>2</sup>)

ČSN EN 1991-1-4:04.2007: výchozí základní rychlost větru -  $v_{bo} = 25,0$  m/s  
Kategorie terénu – III., Větrná oblast II.



C. TECHNICKÁ ZPRÁVA

## **7 NÁVRH ZVLÁŠTNÍCH, NEOBVYKLÝCH KONSTRUKCÍ, KONSTRUKČNÍCH DETAILŮ A TECHNOLOGICKÝCH POSTUPŮ**

V nosných konstrukcích stavby se nevyskytují zvláštní konstrukce, popř. detaily, které by vyžadovali speciální technologické postupy při provádění. Je nutné při výstavbě postupovat podle pokynů výrobce dodávaných materiálů a konstrukcí.

## **8 TECHNOLOGICKÉ PODMÍNKY POSTUPU PRACÍ, KTERÉ BY MOHLY OVLIVNIT STABILITU VLASTNÍ KONSTRUKCE, PŘÍPADNĚ SOUSEDNÍ STAVBY**

Veškeré stavební práce je nutno provádět na základě vypracované projektové dokumentace. Při provádění stavebních prací je nutno dodržovat nejen platné normy a předpisy, ale je nutno dodržet i podmínky výstavby a technologické postupy předepsané výrobcí.

## **9 ZÁSADY PRO PROVÁDĚNÍ BOURACÍCH A PODCHYCOVACÍCH PRACÍ A ZPEVNŮVACÍCH KONSTRUKCÍ ČI PROSTUPŮ**

V PŘÍPADĚ, ŽE SE NA STAVBĚ VYSKYTNOU BOURACÍ A PODCHYCOVACÍ PRÁCE, SE MUSÍ PROVÁDĚCÍ FIRMA OBRÁTIT NA PROJEKTANTA (STATIKA), KTERÝ ROZHODNE O DALŠÍCH PRACOVNÍCH POSTUPECH NA ZÁKLADĚ KONKRÉTNÍCH PODMÍNEK NA STAVBĚ. PŘI BOURACÍCH PRACÍCH MUSÍ BÝT BEZPODMÍNEČNĚ DODRŽENY VEŠKERÉ PLATNÉ PŘEDPISY A NORMY.

PŘI JAKÉKOLI NEJASNOSTI ČI PROBLÉMECH JE NUTNÉ SPOJIT SE S PROJEKTANTEM (STATIKEM).

## **10 POŽADAVKY NA KONTROLU ZAKRÝVANÝCH KONSTRUKCÍ**

Veškeré zakrývané stavební konstrukce musí být prováděny na základě platných norem a předpisů vydaných výrobcí použitých stavebních materiálů. Musí být dodrženy veškeré stavební technologie a postupy předepsané v normách a výrobcí. Za dodržování těchto předpisů odpovídá dodavatel stavby. Výkopy pro základové patky budou ručně dočištěny těsně před prováděním základů, protože základová spára nesmí být rozbředlá vodou. Výztuž ukládaná do bednění musí být bez nečistot a nesmí být zkorodovaná. Nesmí být mastná, popř. jinak znečištěná. Bednění pro monolitické konstrukce musí být také čisté.

C. TECHNICKÁ ZPRÁVA

**VŠECHNY NOSNÉ KONSTRUKCE, KTERÉ BUDOU ZAKRÝVÁNY, BUDOU ŘÁDNĚ ZKONTROLOVÁNY, ABY NEBYLY PORUŠENY NEBO JINAK MECHANICKY POŠKOZENY.**

## **11 SEZNAM POUŽITÝCH PODKLADŮ, ČSN, TECHNICKÝCH PŘEDPISŮ, ODBORNÉ LITERATURY, SOFTWARE**

### **Použitý software:**

- IDA NEXIS 3.60.11
- SCIA Engineer 2011

### **Použité normy a literatura:**

- [1] ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí, Český normalizační institut 2004
- [2] ČSN EN 1991-1-1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, Český normalizační institut 2004
- [3] ČSN EN 1991-1-3: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem, Český normalizační institut 2004
- [4] ČSN EN 1991-1-4: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem, Český normalizační institut 2004
- [5] ČSN EN 1993-1-1: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, Český normalizační institut 2004
- [6] ČSN EN 1993-1-8: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků, Český normalizační institut 2004
- [7] VRATNÝ Tomáš, WALD František, Ocelové konstrukce – Tabulky, Praha: Nakladatelství ČVUT, březen 2008
- [8] Studnička,J., Šafka,J.: Vzpěr a boulení ocelových konstrukcí, SNTL 1980
- [9] WALD František a kolektiv, Prvky ocelových konstrukcí – příklady podle Eurokódu, Praha: Nakladatelství ČVUT, dubem 8

C. TECHNICKÁ ZPRÁVA

## 12 ZÁVĚR

Stavbu je nutno provést dle schválené projektové dokumentace. Během provádění stavby je nutno dodržovat veškeré předpisy ČSN a BOZP. Změny a doplňky oproti projektové dokumentaci je nutno předem projednat s projektantem.

Při provádění výstavby musí být zabráněno nadměrné prašnosti, hluku a znečišťování komunikací, neboť se jedná o provádění v místě proluky mezi již obývanými obytnými objekty.

**VŠECHNY STAVEBNÍ PRÁCE MUSÍ BÝT PROVEDENY V SOULADU SE STAVEBNÍM ZÁKONEM A SOUVISEJÍCÍMI PŘEDPISY, V KVALITĚ PŘEDEPSANÉ V POŽADAVCÍCH PŘÍSLUŠNÝCH NOREM PRO NAVRHOVÁNÍ A PROVÁDĚNÍ STAVEB UVEDENÝCH V SEZNAMU ČESKÝCH NOREM A VE VĚSTNÍKU ÚŘADU PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, NEBO V KVALITĚ VYŠŠÍ.**

**PŘI PROVÁDĚNÍ SE MUSÍ DODRŽOVAT BEZPEČNOST PRÁCE - ČSN 73 2400, ČSN 73 1209, ČSN 73 1216 A OSTATNÍ SOUVISEJÍCÍ NORMY A PŘEDPISY.**

**VŠECHNY POUŽITÉ MATERIÁLY A VÝROBKY MUSÍ MÍT PLATNÝ CERTIFIKÁT VE SMYSLU §156 ZÁKONA Č.183/2006 SB. A NAŘÍZENÍ VLÁDY Č.163/2002 SB. A NAŘÍZENÍ VLÁDY Č.312/2005 A ZÁKONŮ A NAŘÍZENÍ SOUVISEJÍCÍCH.**

**PŘI JAKÉKOLI NEJASNOSTI JE NUTNÉ SPOJIT SE S PROJEKTANTEM A PROBLÉM VYŘEŠIT.**

**PROJEKT BYL VYPRACOVÁN NA ÚROVNI PROJEKTU PRO ÚČELY DIPLOMOVÉ PRÁCE. V PROJEKTU BYLY POSOUZENY POUZE HLAVNÍ NOSNÉ PRVKY VČETNĚ SPOJŮ A DETAILŮ.**

**PROJEKTANT SI VYHRAZUJE PRÁVO DOPLŇOVAT, PŘÍPADNĚ POZMĚŇOVAT PROJEKT NA ZÁKLADĚ NOVÝCH POZNATKŮ, ZJIŠTĚNÝCH BĚHEM PROVÁDĚNÍ VÝSTAVBY.**

**Ve Vysokém Mýtě, leden 2011**

**Bc. Martin Roušar**

# D. STATICKÝ VÝPOČET

---

DIPLOMOVÁ PRÁCE:

„ZASTŘEŠENÍ AUTOBUSOVÉ STANICE“

Autor práce: Bc. Martin Roušar  
Vedoucí práce: Ing. Jan Barnat, Ph.D.

D. STATICKÝ VÝPOČET

<b>OBSAH:</b>	<b>1 STATICKÉ ŘEŠENÍ</b>
	1.1 Předpoklady výpočtu
	1.2 Geometrické schéma konstrukce
	1.3 Výpočtový model
	<b>2 ZATÍŽENÍ</b>
	2.1 Stálé
	2.2 Nahodilé
	2.2.1 Sníh
	2.2.2 Vítr
	<b>3 KOMBINACE ZATÍŽENÍ</b>
	3.1 Součinitele
	3.2 Kombinace na únosnost
	3.2 Kombinace na použitelnost
	<b>4 DIMENZOVÁNÍ</b>
	4.1 Hlavní nosné rámy
	4.1.1 Rámy v osách 1,2 a 6
	4.1.2 Rámy v osách 3 a 5
	4.1.3 Rám v ose 4
	4.2 Střešní vaznice
	4.2.1 Vaznice mezi osami 1 a 2
	4.2.2 Vaznice mezi osami 2 a 3
	4.2.3 Vaznice mezi osami 3,4 a 4, 5
	4.2.4 Vaznice mezi osami 5 a 6
	4.3 Střešní táhlo
	4.4 Svislé ztužidlo
	4.5 Střešní ztužidlo
	4.6 Obvodové ztužidlo
	4.7 Posouzení průhybu konstrukce
	<b>5 SPOJE</b>
	5.1 Rámové spoje
	5.1.2 Rámový spoj ve všech osách, kromě spoje, kde se stýkají osy 3, 4, 5 v jednom bodě
	5.1.2 Rámový spoj, kde se stýkají osy 3, 4, 5 v jednom bodě
	5.2 Spoje vaznic s průvlaky
	5.3 Spoje střešních táhel se sloupy (průvlaky)
	5.4 Spoje svislých ztužidel na obvodová ztužidla a na sloupy
	5.5 Spoje střešních ztužidel s vaznicemi a průvlaky
	5.6 Montážní spoj průvlaku
	5.7 Ukotvení sloupů
	<b>6 ZÁKLADY</b>
	6.1 Základ pod sloupem z profilu HEB 600
	6.1 Základ pod sloupem z profilu HEB 600
	<b>7 SEZNAM POUŽITÝCH NOREM A LITERATURY</b>
	<b>8 POUŽITÝ SOFTWARE</b>
	<b>9 ZÁVĚR</b>

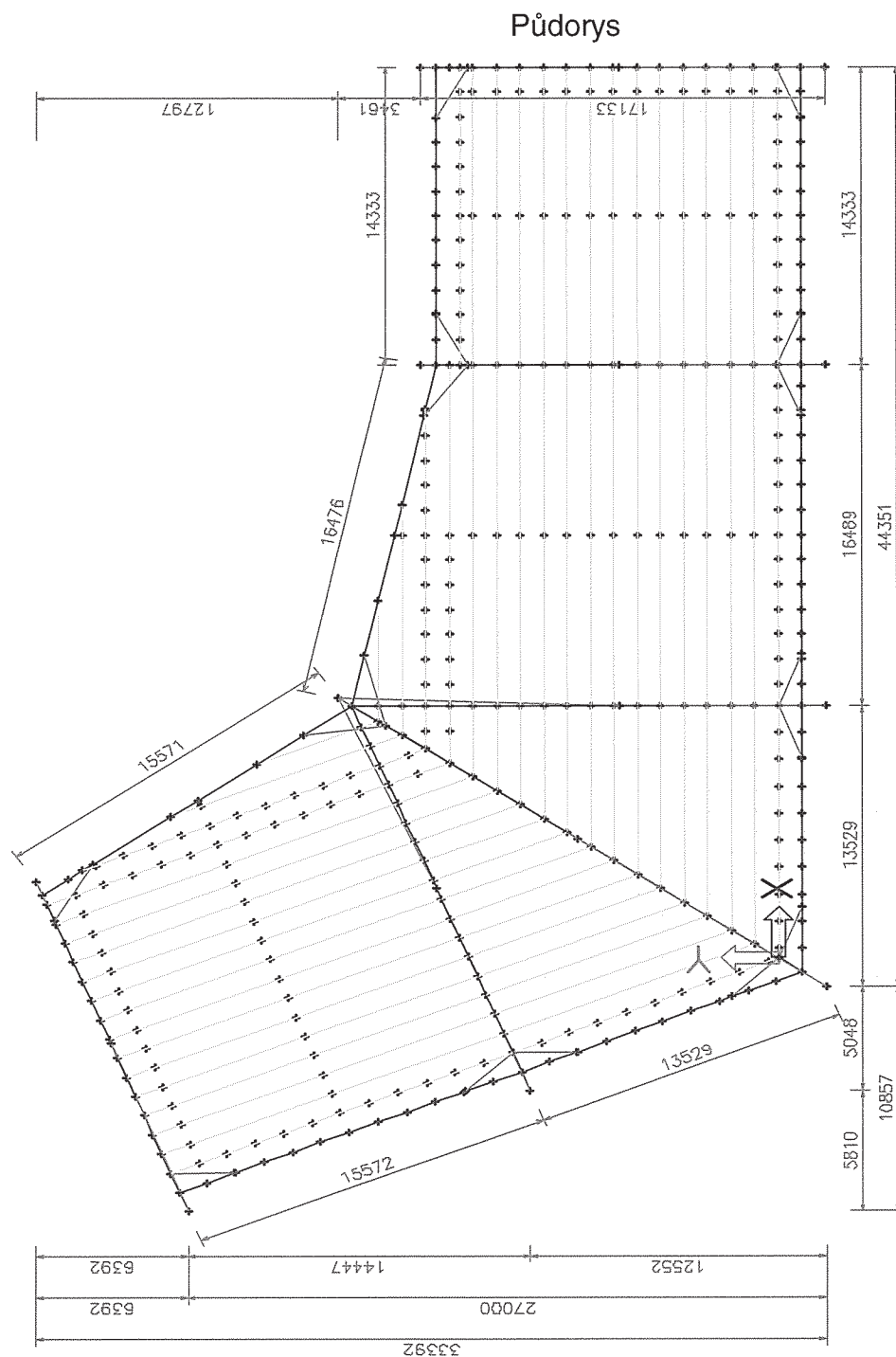
D. STATICKÝ VÝPOČET

# 1 STATICKÉ ŘEŠENÍ

## 1.1 Předpoklady výpočtu

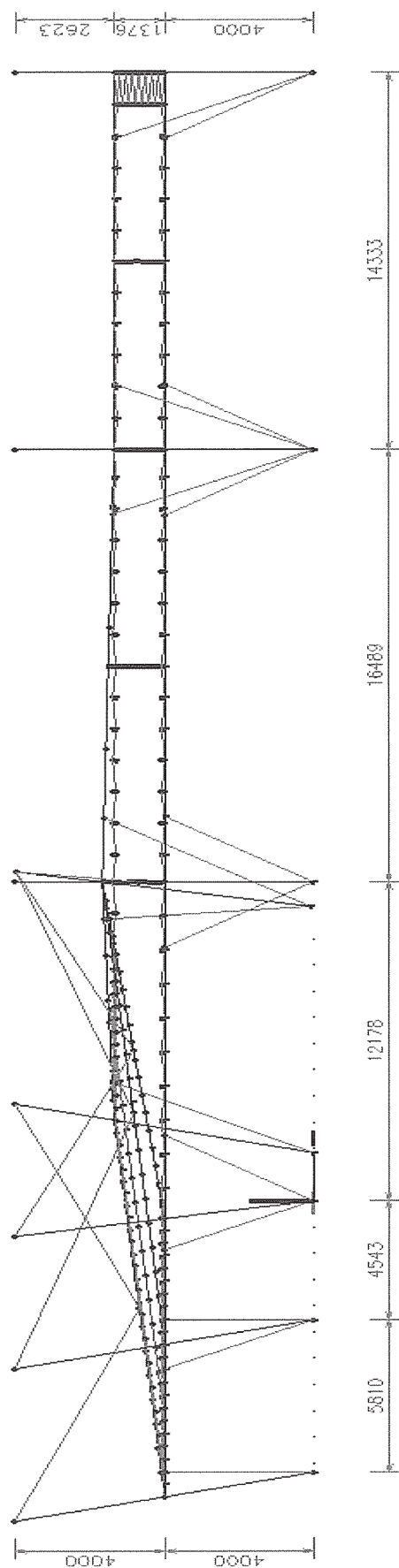
- Konstrukce byla modelována v programu ve skutečné velikosti.
- Zatížení bylo zadáváno přímo na vaznice, na průvlaky, ztužidla a na sloupy.

## 1.2 Geometrické schéma konstrukce

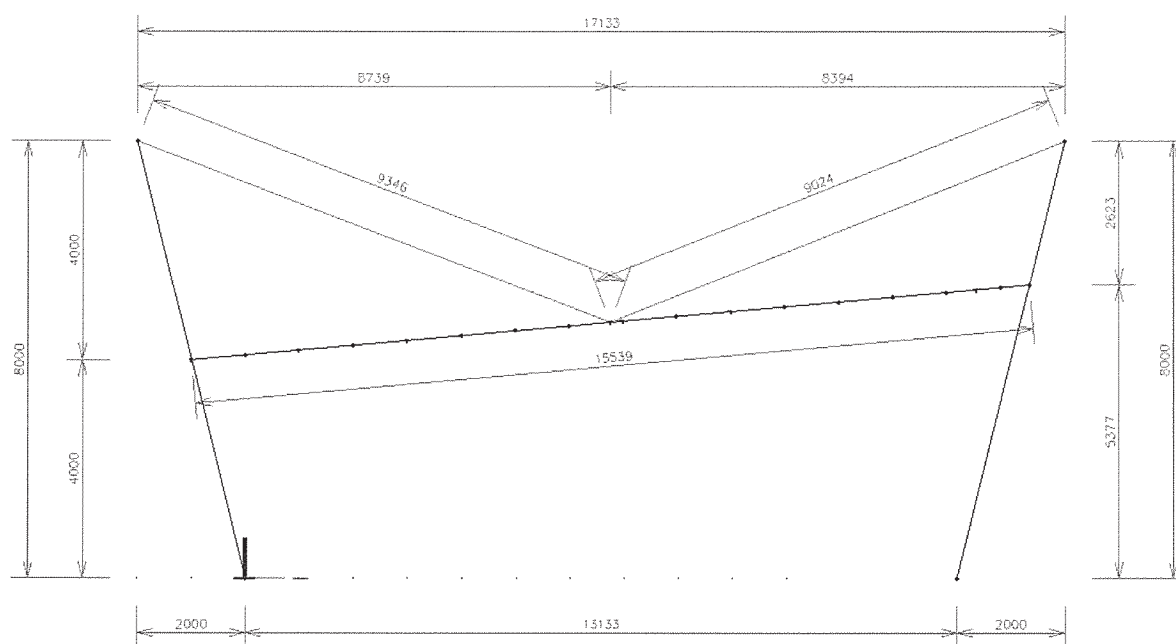


D. STATICKÝ VÝPOČET

Podélný pohled



#### D. STATICKÝ VÝPOČET



Příčný řez

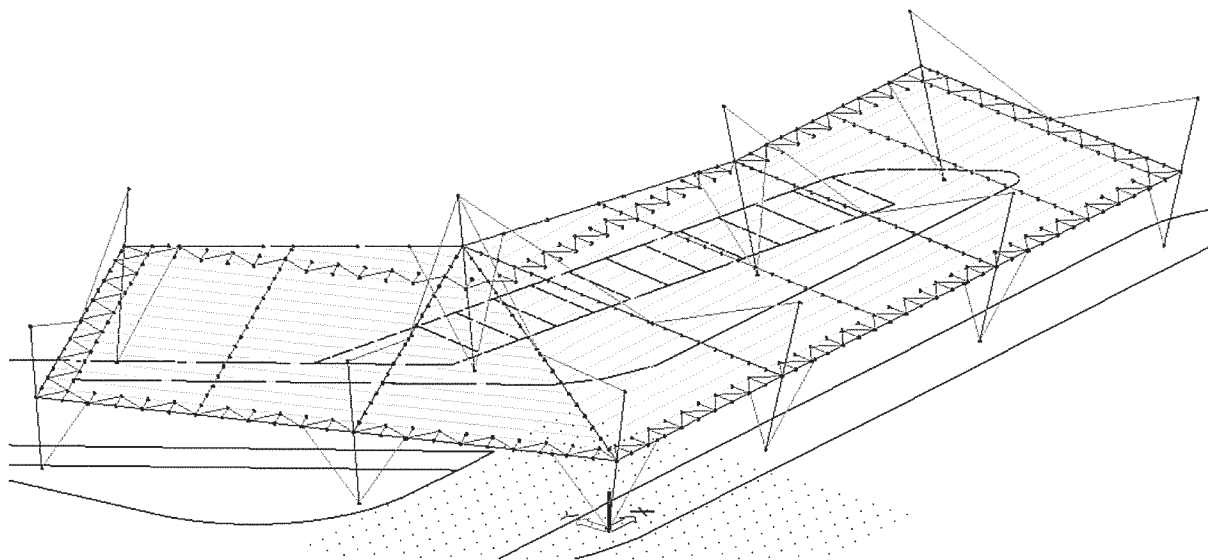
### 1.3 Výpočtový model

Konstrukce zastřešení autobusové stanice byla namodelována v programu SCIA Engineer 2011 studentská verze jako 3D model (viz obr). Celá konstrukce je modelována prutově. Příčné vazby (rámy) jsou kloubově uloženy na základových patkách (na neposuvných podporách) v příčném i podélném směru. Rámové rohy jsou modelovány jako tuhé. Táhla na rámech (z důvodu zmenšení svislých průhybů) jsou modelovány opět prutově, spojení táhel s konstrukcí rámu je provedeno kloubově. V podélném směru jsou jednotlivé rámy spojeny střešními vaznicemi, spoj vaznic s rámem je proveden rovněž kloubově. Po celém obvodu konstrukce je provedeno obvodové ztužidlo, jednotlivé prvky ztužidel jsou připojeny k vaznicím a k ráům kloubově. Svislá tuhost celé konstrukce je zajištěna svislými ztužidly, které jsou připevněny kloubově k obvodovému ztužidlu ve střeše a k patám sloupů.



D. STATICKÝ VÝPOČET

3D model



## 2 ZATÍŽENÍ

### 2.1 Stálé

- Vlastní tíha konstrukce
- Konstrukce zasklení

		$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Sklo tl. 2 x 6 mm:	$2 \times 0,006 \times 26 =$	0,312
Nosná kce zasklení:	$2 \times 0,06 =$	0,130
		<u><math>\Sigma g_k = 0,442</math></u>

### 2.2 Nahodilé

#### 2.2.1 Sníh

Pro oblast Vysoké Mýto, II. kategorie	$s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$
Typ krajiny: normální	$C_e = 1,0$
Tepelný součinitel	$C_t = 1,0$
Tvarový součinitel	$\psi_1 = 0,800$

Zatížení sněhem na střechu

A diagram showing a rectangular block on an inclined plane. The block is labeled with a coefficient of friction  $\mu_1$ . The angle of the incline is labeled  $\alpha$ .

$q_1 = 0,800 \times 1,00 =$	$q_k \text{ [kN/m]}$ 0,800
-----------------------------	-------------------------------

$$I_v = \square_v / v_m = 5,385 / 17,680 = \underline{0,305}$$

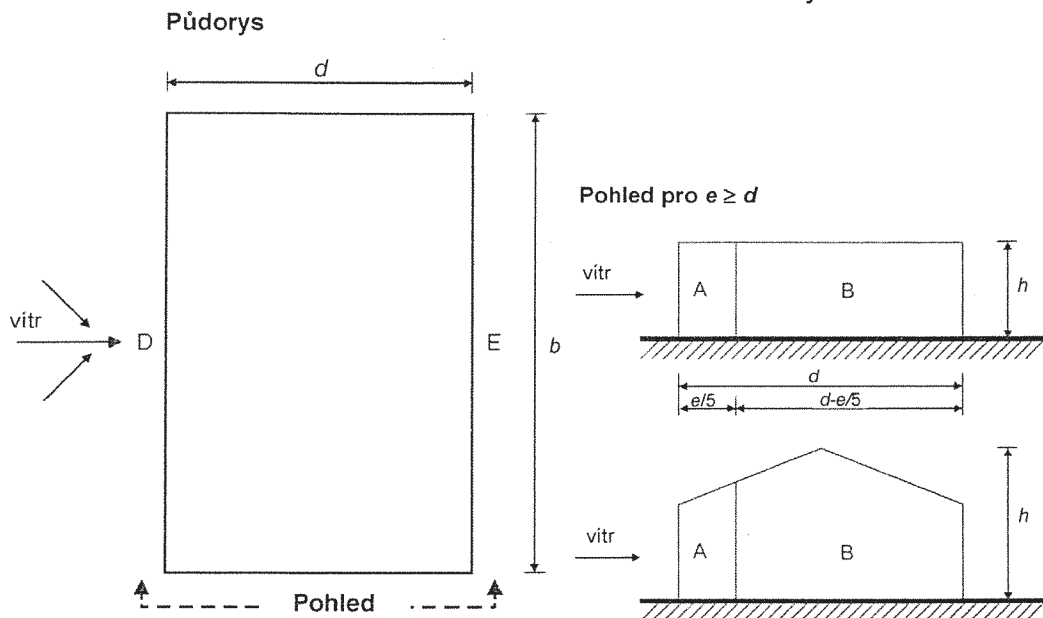
#### D. STATICKÝ VÝPOČET

$$q_p = [1 + (7 \times I_v(z))] \times \frac{1}{2} \times \rho \times v_m^2 = [1 + (7 \times 0.305)] \times \frac{1}{2} \times 1,25 \times 17,680^2 = 612,000 \text{ N/mm}^2$$

$$\Rightarrow q_p = 0,625 \text{ kN/m}^2$$

Vítr na svislé stěny:

Zatížení větrem na svislé stěny



$$h \leq b$$

$$8,000 \leq 33,390 \text{ m} \Rightarrow \text{vyhoví}$$

$$e = \min \{b; 2h\} = \min \{33,390 ; 2 \times 8,000\} = 16,000 \text{ m}$$

$$w_A = C_{pe,10} \times q_p = -1,4 \times 0,625 = -0,875 \text{ kN/m}^2$$

$$w_B = C_{pe,10} \times q_p = -1,1 \times 0,625 = -0,688 \text{ kN/m}^2$$

$$w_C = C_{pe,10} \times q_p = -0,5 \times 0,625 = -0,313 \text{ kN/m}^2$$

$$w_D = C_{pe,10} \times q_p = 1,0 \times 0,625 = 0,625 \text{ kN/m}^2$$

$$w_E = C_{pe,10} \times q_p = -0,3 \times 0,625 = -0,188 \text{ kN/m}^2$$

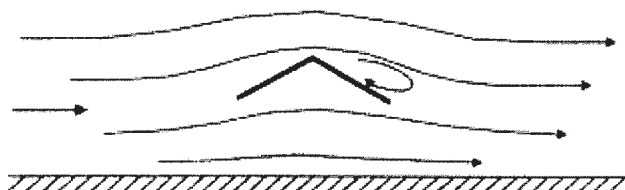
Zjednodušeně uvažováno zatížení od větru na nosné prvky konstrukce na plochu šířky 300 mm:

$$\text{tlak} - q_1 = 0,300 \times 0,625 = 0,188 \text{ kN/m}$$

$$\text{sání} - q_2 = 0,300 \times -0,188 = -0,056 \text{ kN/m}$$

Vítr na střechu:

Zatížení větrem na přístřešek

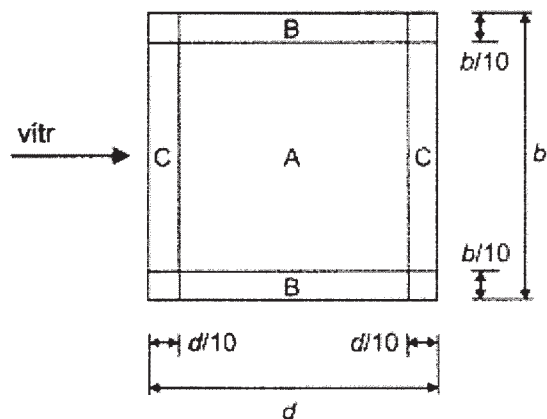


Prázdné, volně stojící přístřešky ( $\varphi = 0$ )

#### D. STATICKÝ VÝPOČET

Součinitele výsledného tlaku  $c_{p,net}$

Legenda pro půdorys



$$\alpha = 5^\circ$$

$$\alpha = 0$$

$$C_{p,net}^A = -1,100$$

$$C_{p,net}^B = -1,700$$

$$C_{p,net}^C = -1,800$$

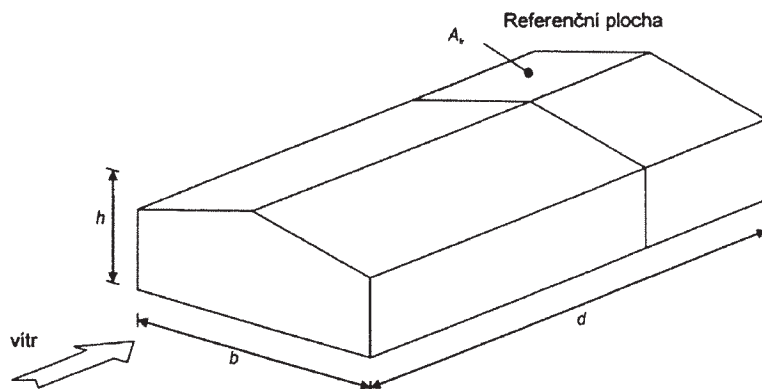
$$W_A = C_{p,net}^A \times q_p = -1,100 \times 0,625 = -0,688 \text{ kN/m}^2$$

$$W_B = C_{p,net}^B \times q_p = -1,700 \times 0,625 = -1,063 \text{ kN/m}^2$$

$$W_C = C_{p,net}^C \times q_p = -1,800 \times 0,625 = -1,125 \text{ kN/m}^2$$

Třecí síla:

Zatížení konstrukce od tření větru



$$c_{fr} = 0,01$$

$$A_f = 1018,287 \text{ m}^2$$

$$F_{fr} = c_{fr} \times q_p(z_e) \times A_f = 0,01 \times 0,625 \times 1018,287 = 6,364 \text{ kN}$$

Přepočteno na metr běžný vždy koncového rámu:

$$q = F_{fr} / L = 6,364 / 15,540 = 0,410 \text{ kN/m}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

## 3 KOMBINACE ZATÍŽENÍ

### 3.1 Součinitelé

- |  |  |
|--|--|
| ▪ Součinitel stálého zatížení příznivý       | <input type="checkbox"/> $G_{j,sup} = 1,35$  |
| ▪ Součinitel stálého zatížení nepříznivý     | <input type="checkbox"/> $G_{j,inf} = 1,00$  |
| ▪ Součinitel řídicí nahodilé zatížení        | <input type="checkbox"/> $Q_{0,1} = 1,50$    |
| ▪ Součinitel doprovázející nahodilé zatížení | <input type="checkbox"/> $Q_{0,i} = 1,50$    |
| ▪ Redukční součinitel                        | <input type="checkbox"/> $\psi = 0,85$       |
| ▪ Součinitel kombinační hodnoty sněhu        | <input type="checkbox"/> $\psi_{0,i} = 0,50$ |
| ▪ Součinitel kombinační hodnoty větru        | <input type="checkbox"/> $\psi_{0,i} = 0,60$ |
| ▪ Součinitel časté hodnoty sněhu             | <input type="checkbox"/> $\psi_{1,i} = 0,20$ |
| ▪ Součinitel časté hodnoty větru             | <input type="checkbox"/> $\psi_{1,i} = 0,20$ |
| ▪ Součinitel kvazistálé hodnoty sněhu        | <input type="checkbox"/> $\psi_{2,i} = 0$    |
| ▪ Součinitel kvazistálé hodnoty větru        | <input type="checkbox"/> $\psi_{2,i} = 0$    |

### 3.2 Kombinace na únosnost

MSÚ.1	Jméno	MSÚ.1
MSÚ.2	Popis	
MSÚ.3	Typ	Obálka - únosnost
MSÚ.4	<input type="checkbox"/> <b>Obsah kombinace</b>	
MSÚ.5	$V_{l,tiha} [-]$	1,35
MSÚ.6	Stále [-]	1,35

MSÚ.1	Jméno	MSÚ.2
MSÚ.2	Popis	
MSÚ.3	Typ	Obálka - únosnost
MSÚ.4	<input type="checkbox"/> <b>Obsah kombinace</b>	
MSÚ.5	$V_{l,tiha} [-]$	1,00
MSÚ.6	Stále [-]	1,00

#### D. STATICKÝ VÝPOČET

MSÚ.1	Jméno	MSÚ.3
MSÚ.2	Popis	
<b>MSÚ.3</b>	Typ	Obálka - únosnost
MSÚ.4	<b>Obsah kombinace</b>	
MSÚ.5	Vl_tíha [-]	1,35
MSÚ.6	Stále [-]	1,35
MSP.1	Snih - plny [-]	1,50
MSP.2	Vitr01 - smer X+ [-]	0,90
MSP.3	Vitr02 - smer X- [-]	1,50
	Vitr03 - smer Y+ [-]	0,90
	Vitr04 - smer Y- [-]	0,90

MSÚ.1	Jméno	MSÚ.4
MSÚ.2	Popis	
MSÚ.3	Typ	Obálka - únosnost
<b>MSÚ.4</b>	<b>Obsah kombinace</b>	
MSÚ.5	Vl_tíha [-]	1,00
MSÚ.6	Stále [-]	1,00
MSP.1	Snih - plny [-]	1,50
MSP.2	Vitr01 - smer X+ [-]	0,90
MSP.3	Vitr02 - smer X- [-]	1,50
	Vitr03 - smer Y+ [-]	0,90
	Vitr04 - smer Y- [-]	0,90

MSÚ.1	Jméno	MSÚ.5
MSÚ.2	Popis	
MSÚ.3	Typ	Obálka - únosnost
MSÚ.4	<b>Obsah kombinace</b>	
<b>MSÚ.5</b>	Vl_tíha [-]	1,35
MSÚ.6	Stále [-]	1,35
MSP.1	Snih - plny [-]	1,05
MSP.2	Vitr01 - smer X+ [-]	1,50
MSP.3	Vitr02 - smer X- [-]	1,05
	Vitr03 - smer Y+ [-]	1,50
	Vitr04 - smer Y- [-]	1,50

MSÚ.1	Jméno	MSÚ.6
MSÚ.2	Popis	
MSÚ.3	Typ	Obálka - únosnost
MSÚ.4	<b>Obsah kombinace</b>	
MSÚ.5	Vl_tíha [-]	1,00
<b>MSÚ.6</b>	Stále [-]	1,00
MSP.1	Snih - plny [-]	1,05
MSP.2	Vitr01 - smer X+ [-]	1,50
MSP.3	Vitr02 - smer X- [-]	1,05
	Vitr03 - smer Y+ [-]	1,50
	Vitr04 - smer Y- [-]	1,50

#### D. STATICKÝ VÝPOČET

### 3.2 Kombinace na použitelnost

MSÚ.1  
MSÚ.2  
MSÚ.3  
MSÚ.4  
MSÚ.5  
MSÚ.6  
MSP.1  
MSP.2  
MSP.3

Jméno	MSP.1
Popis	
Typ	Obálka - použitelnost
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Obsah kombinace</b>	
VI_tíha [-]	1,00
Stale [-]	1,00

MSÚ.1  
MSÚ.2  
MSÚ.3  
MSÚ.4  
MSÚ.5  
MSÚ.6  
MSP.1  
MSP.2  
MSP.3

Jméno	MSP.2
Popis	
Typ	Obálka - použitelnost
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Obsah kombinace</b>	
VI_tíha [-]	1,00
Stale [-]	1,00
Snih - plny [-]	1,00
Vitr01 - smer X+ [-]	0,60
Vitr02 - smer X- [-]	1,00
Vitr03 - smer Y+ [-]	0,60
Vitr04 - smer Y- [-]	0,60

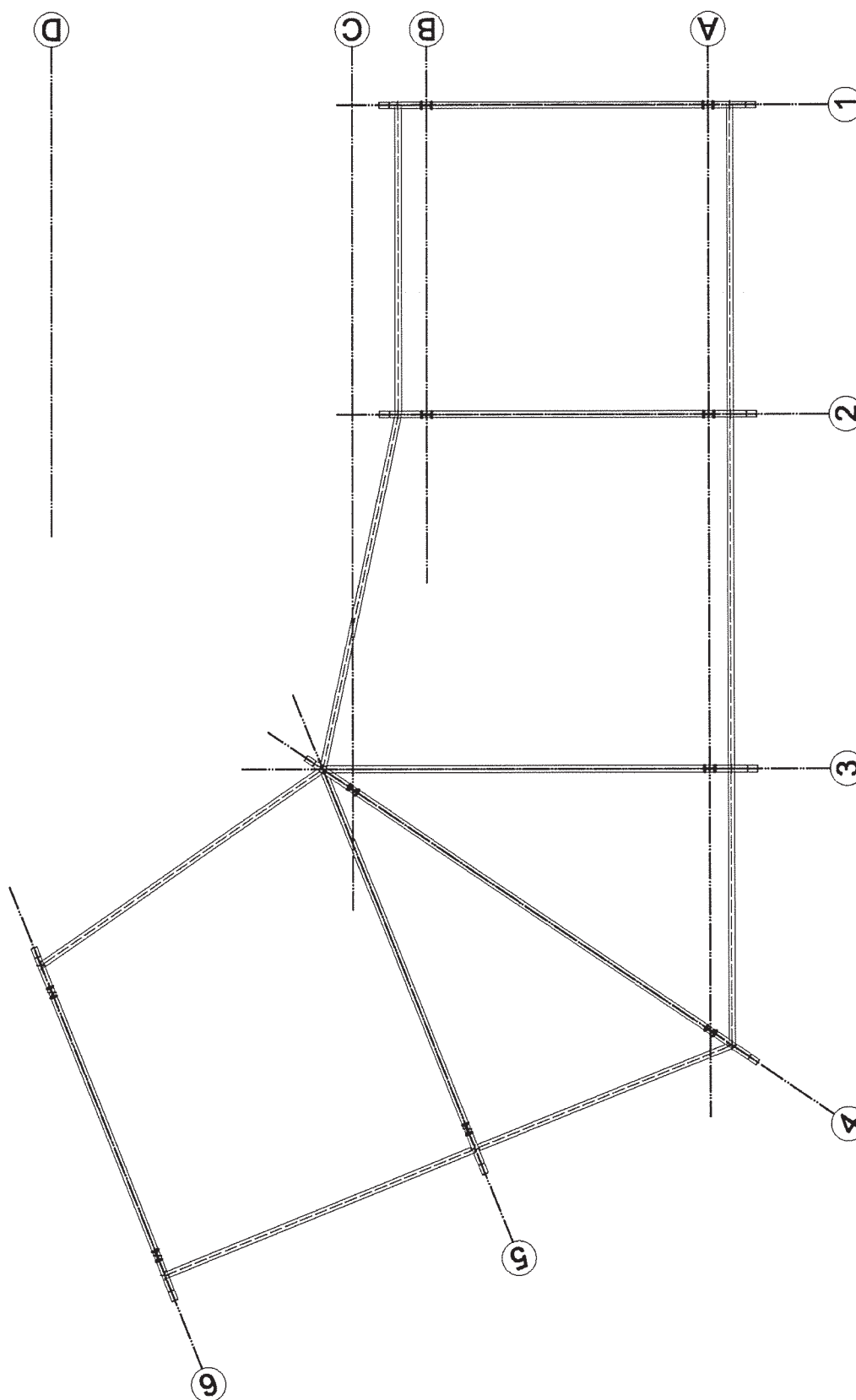
MSÚ.1  
MSÚ.2  
MSÚ.3  
MSÚ.4  
MSÚ.5  
MSÚ.6  
MSP.1  
MSP.2  
MSP.3

Jméno	MSP.3
Popis	
Typ	Obálka - použitelnost
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Obsah kombinace</b>	
VI_tíha [-]	1,00
Stale [-]	1,00
Snih - plny [-]	0,70
Vitr01 - smer X+ [-]	1,00
Vitr02 - smer X- [-]	0,70
Vitr03 - smer Y+ [-]	1,00
Vitr04 - smer Y- [-]	1,00

D. STATICKÝ VÝPOČET

## 4 DIMENZOVÁNÍ

### 4.1 Hlavní nosné rámy



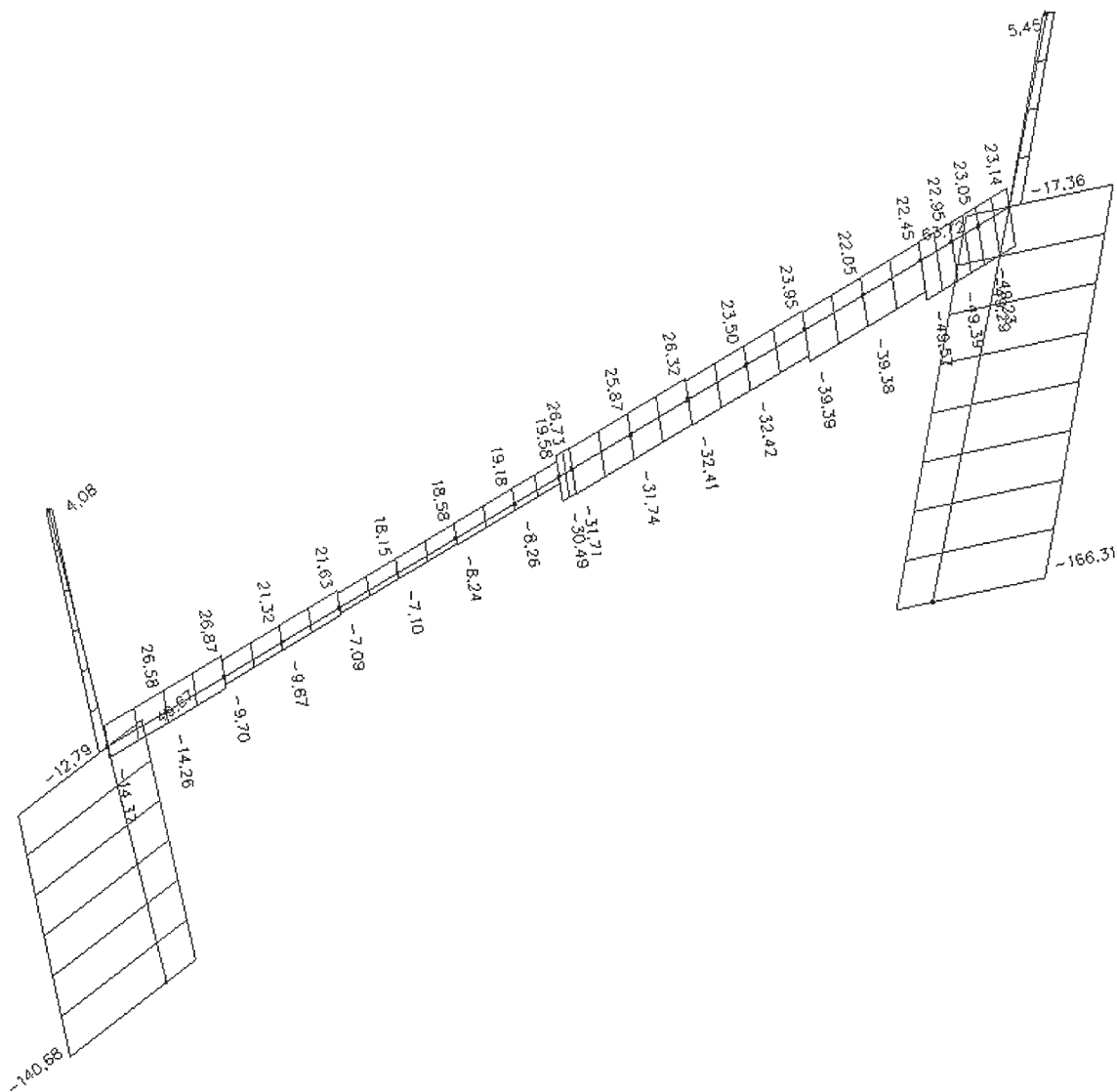


D. STATICKÝ VÝPOČET

**4.1.1 Rámy v osách 1, 2 a 6**

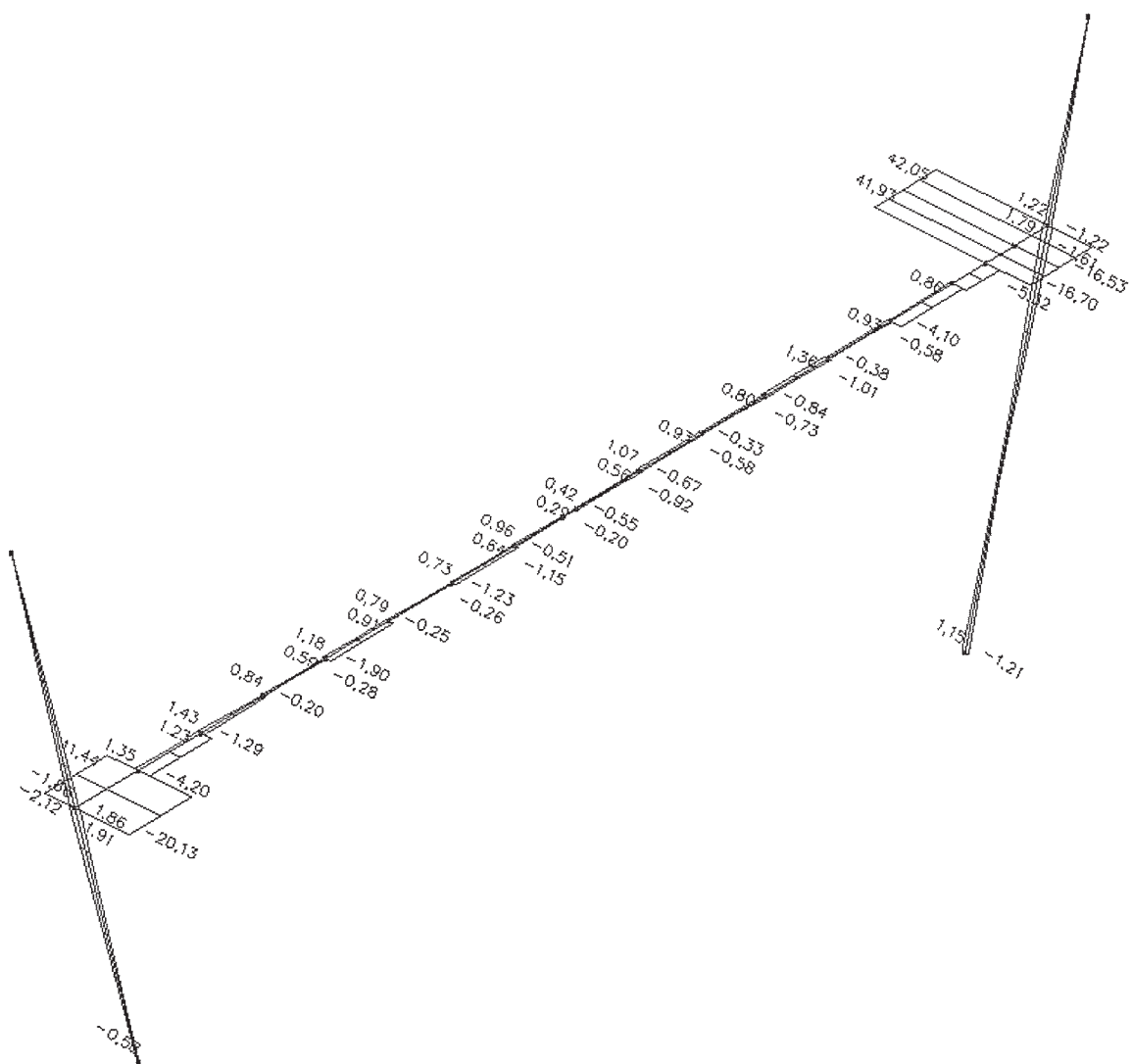
Vnitřní síly:

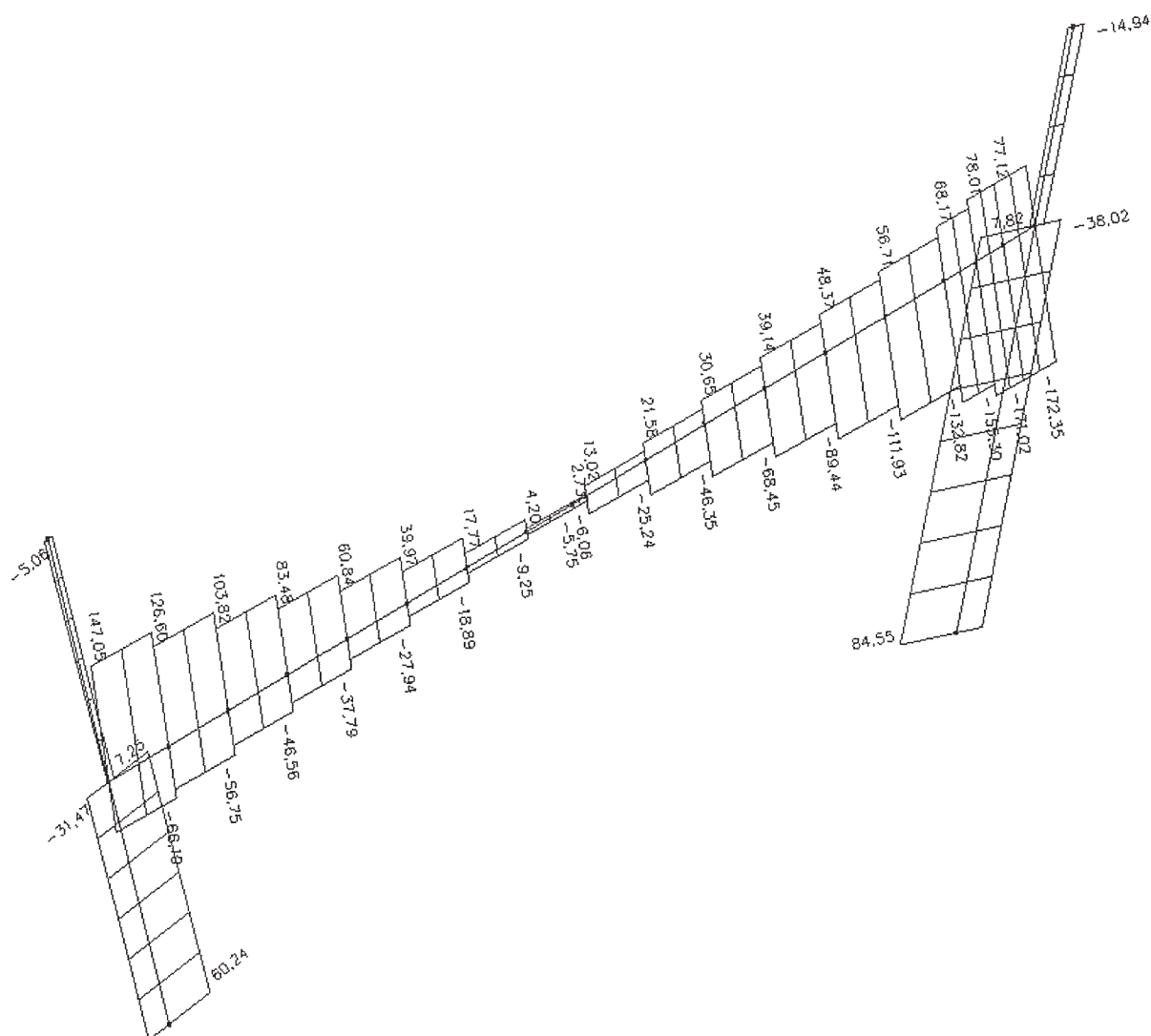
Rám v ose 1 – N



D. STATICKÝ VÝPOČET

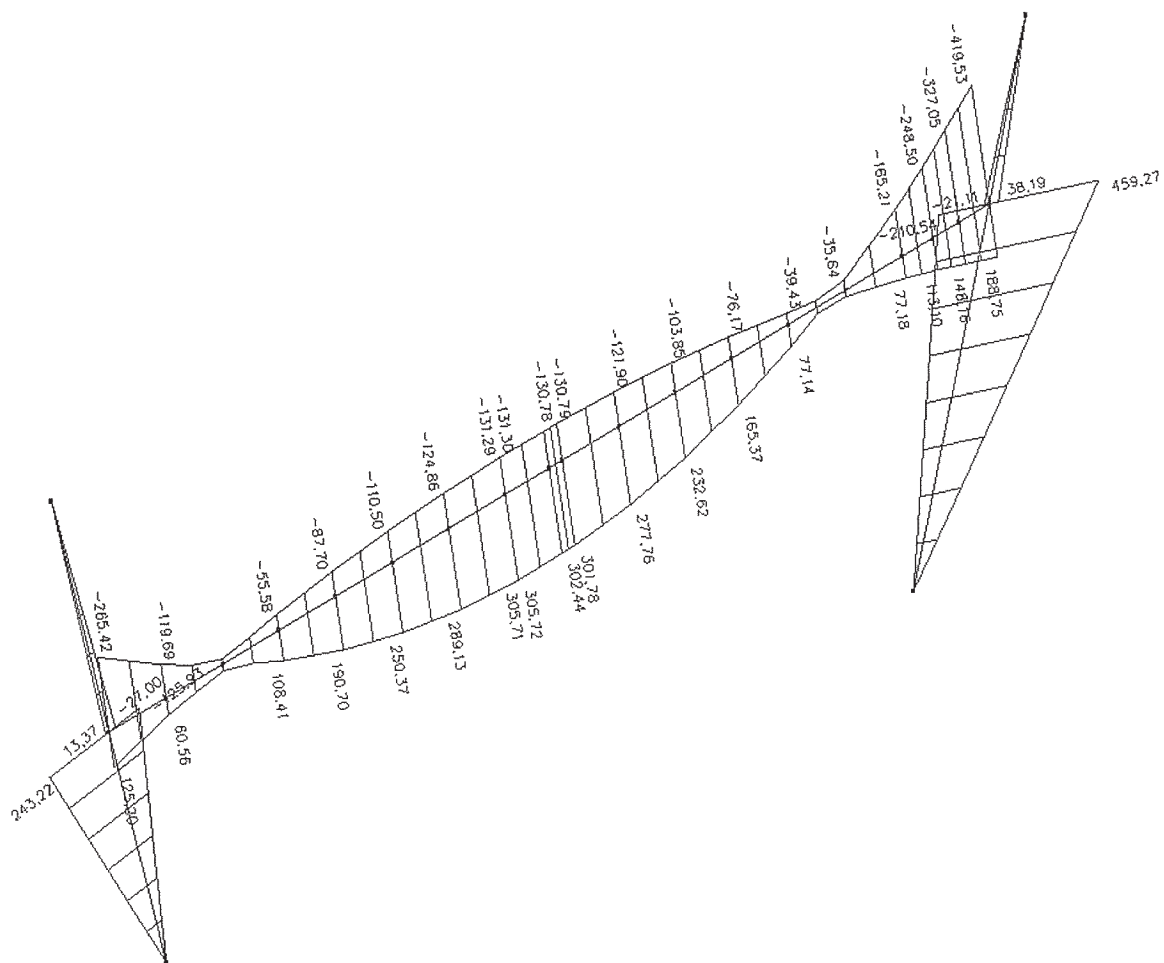
Rám v ose 1 –  $V_y$



Rám v ose 1 –  $V_z$ 

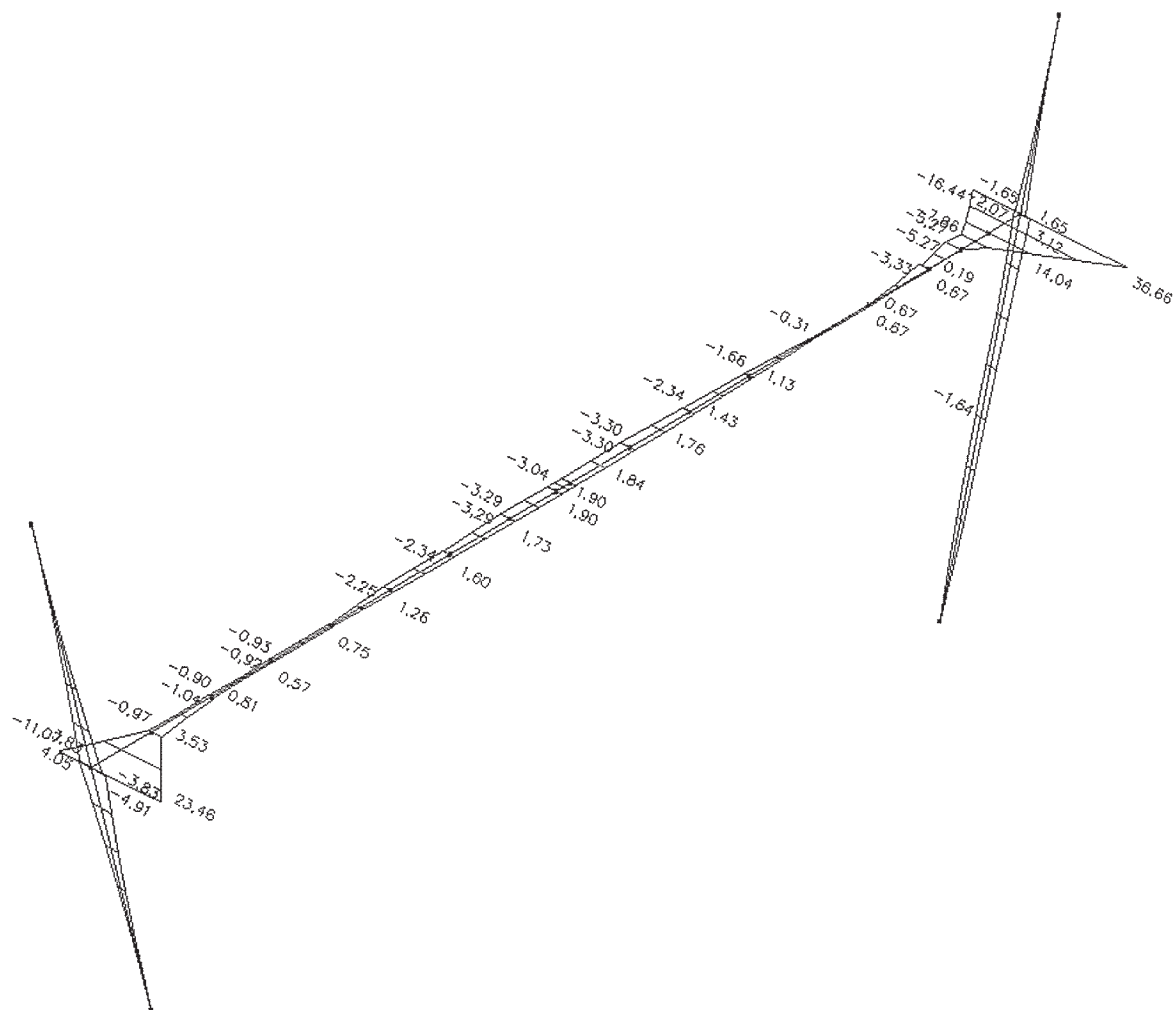
D. STATICKÝ VÝPOČET

Rám v ose 1 –  $M_y$



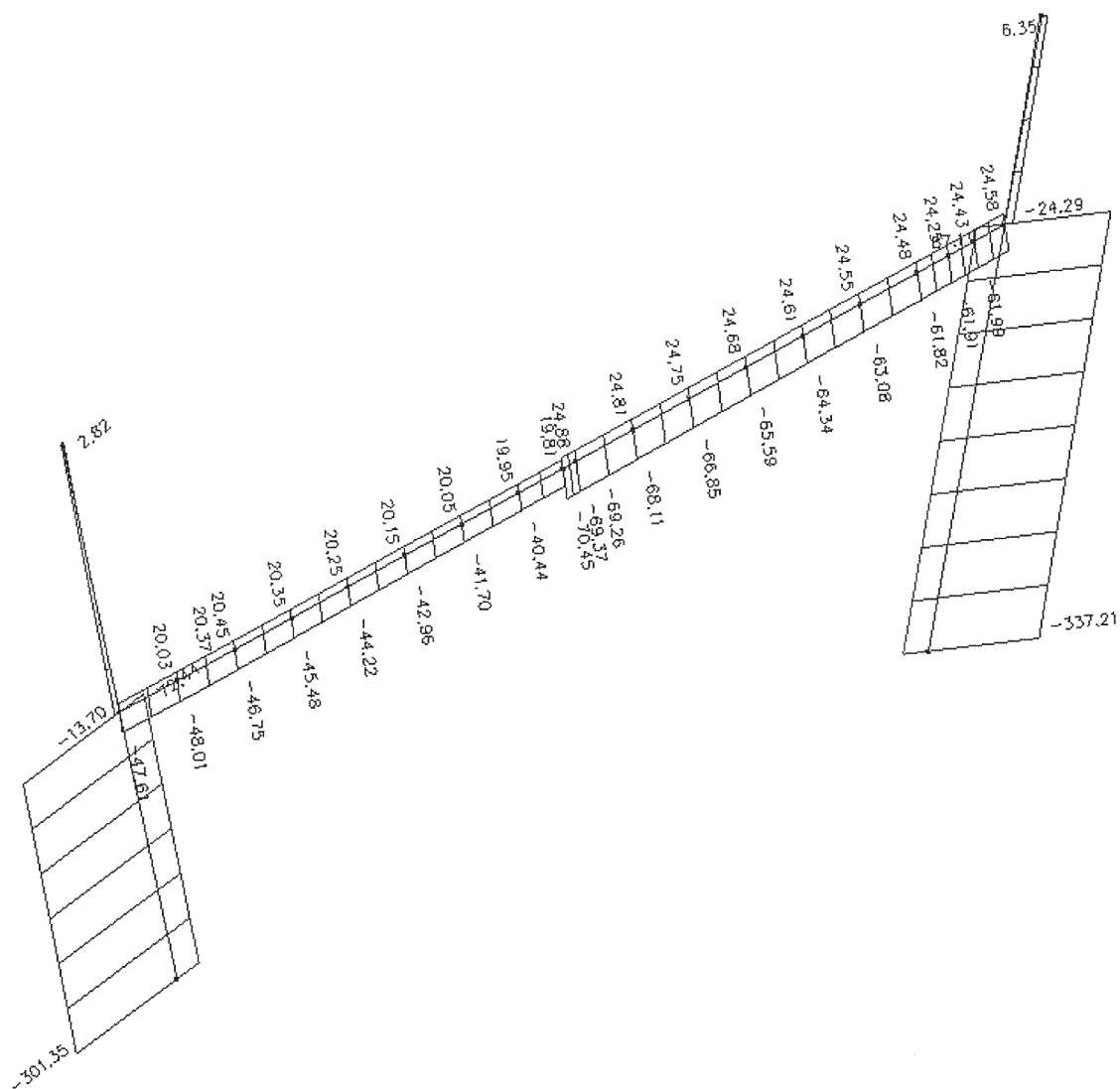
D. STATICKÝ VÝPOČET

Rám v ose 1 –  $M_z$



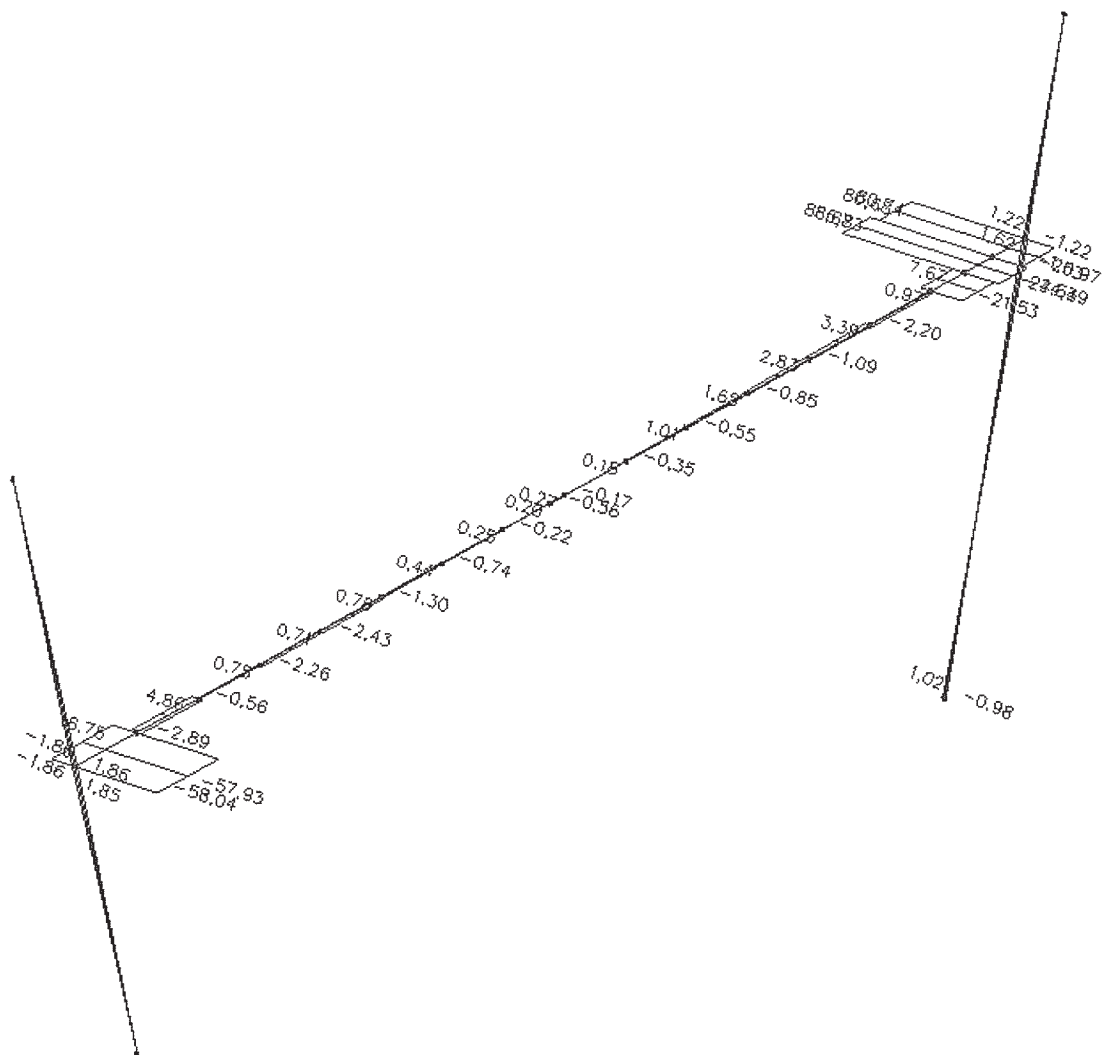
D. STATICKÝ VÝPOČET

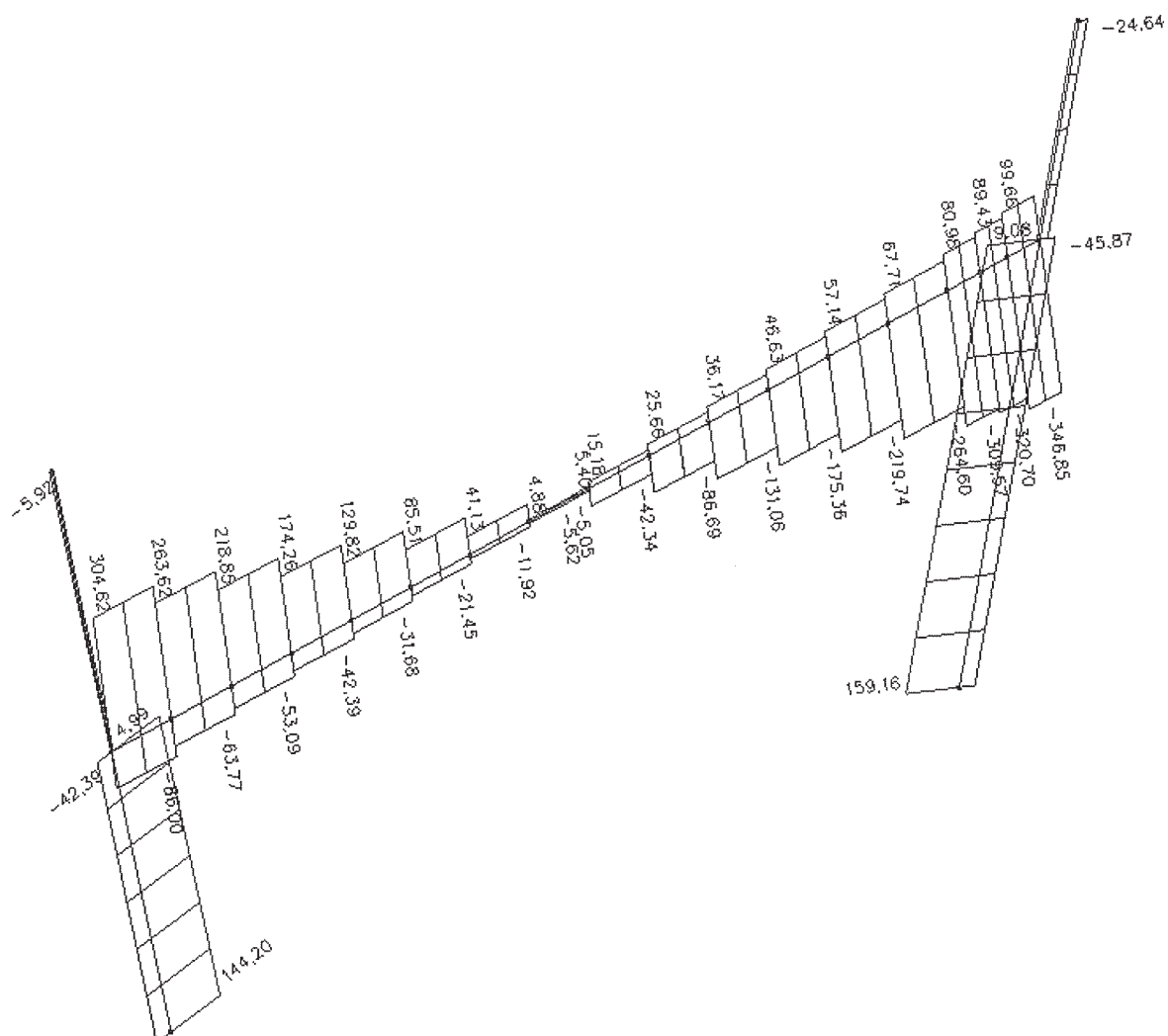
Rám v ose 2 – N



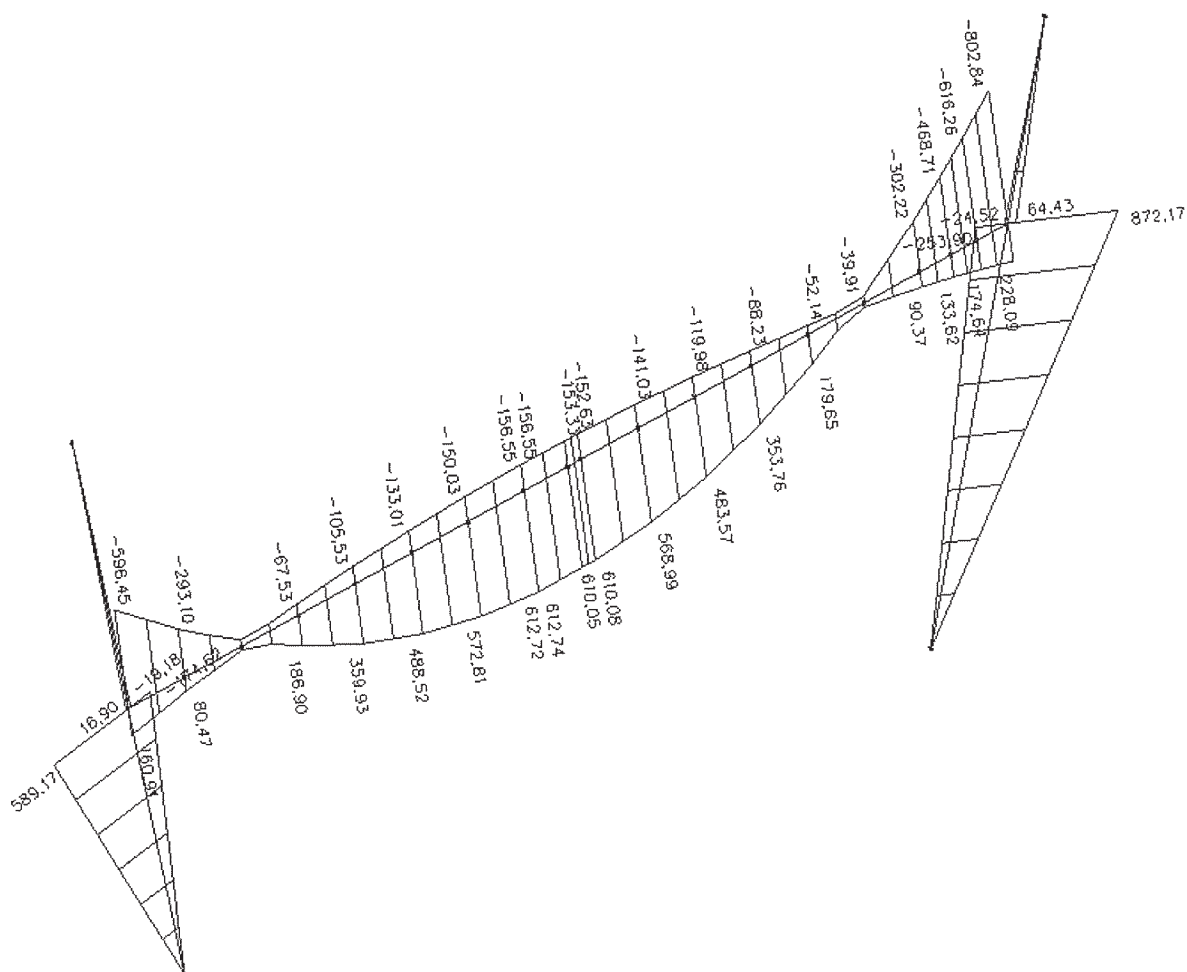
D. STATICKÝ VÝPOČET

Rám v ose 2 –  $V_y$



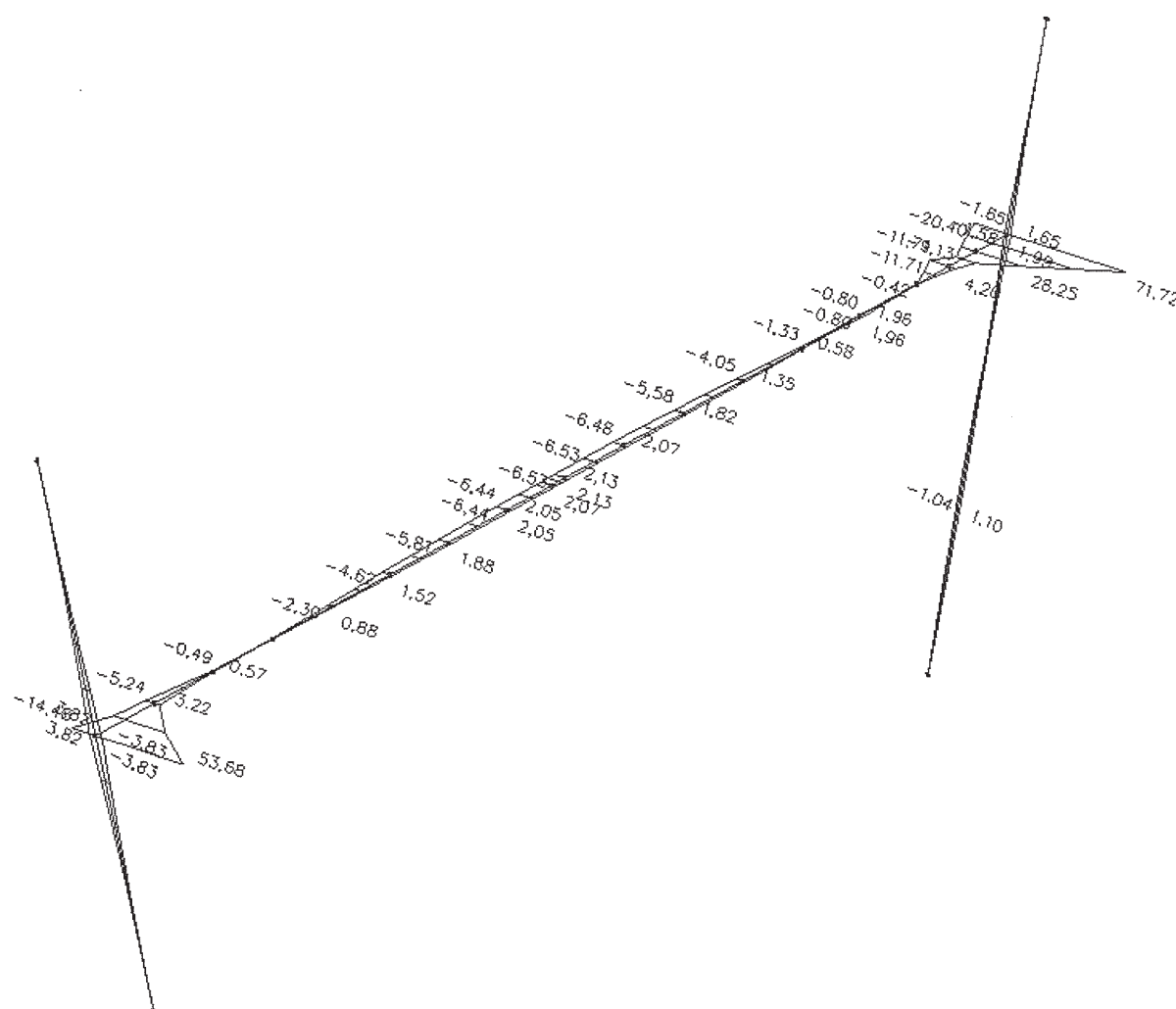
Rám v ose 2 –  $V_z$ 



Rám v ose 2 –  $M_y$ 

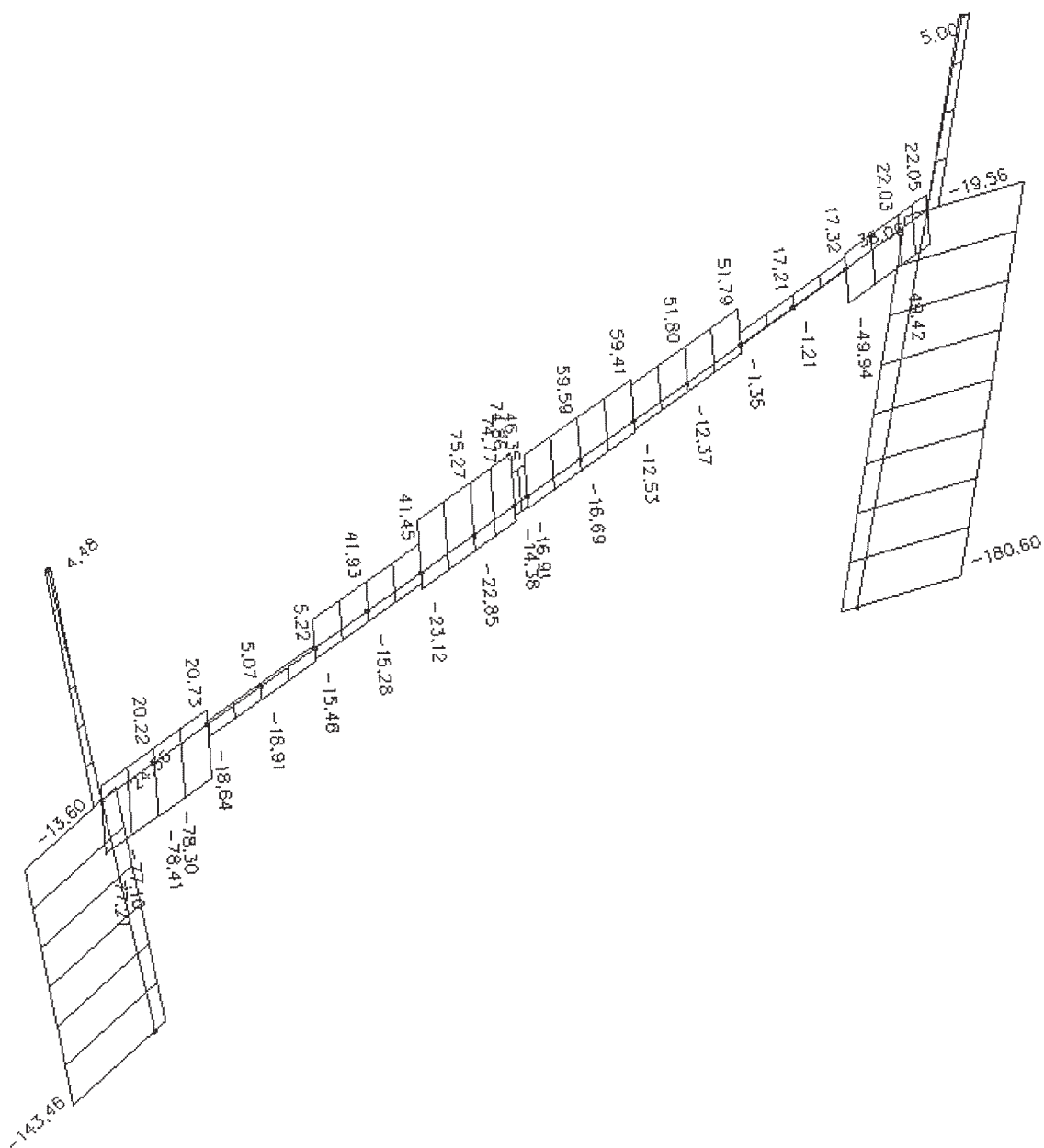
D. STATICKÝ VÝPOČET

Rám v ose 2 –  $M_z$



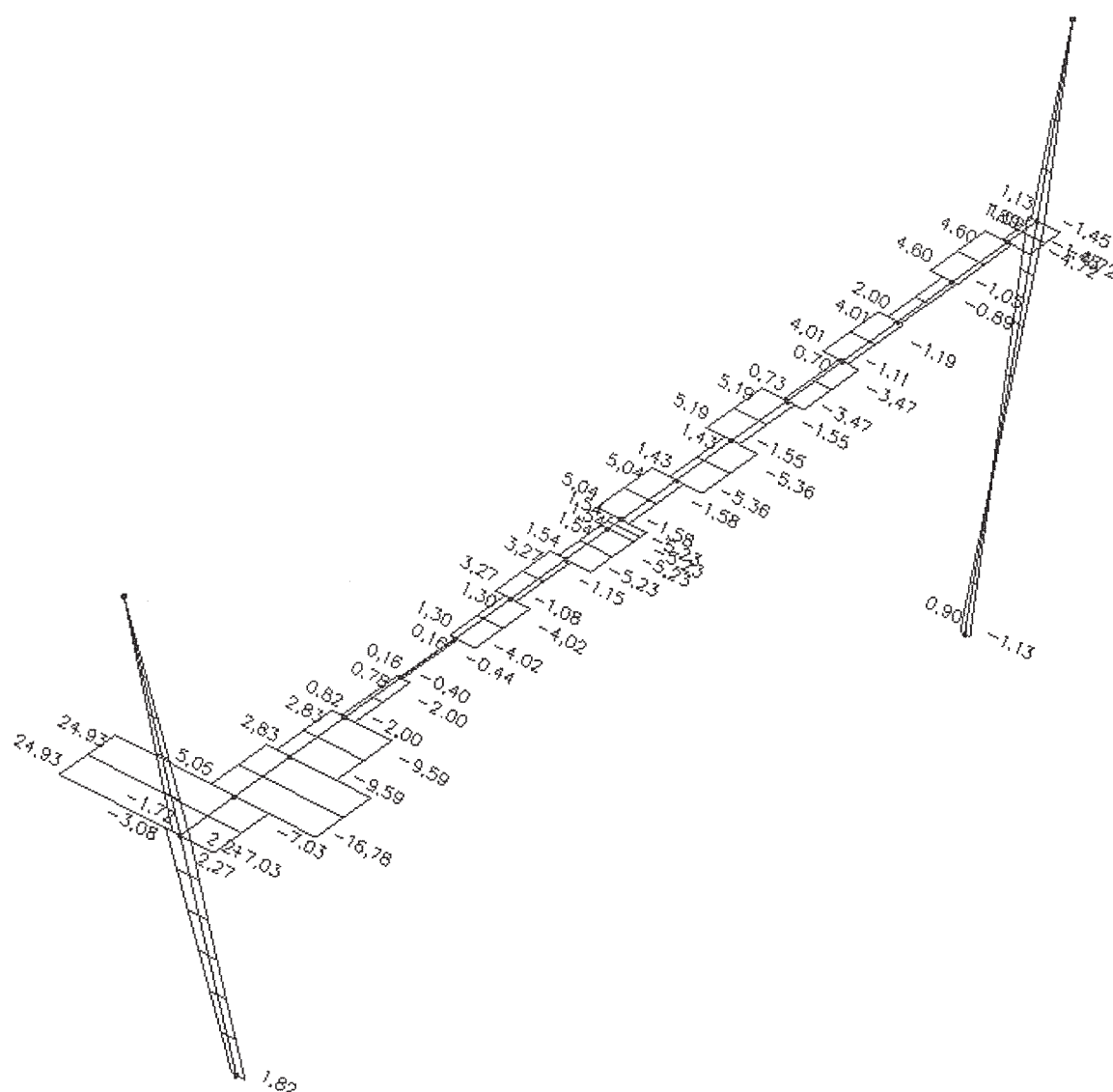
D. STATICKÝ VÝPOČET

Rám v ose 6 – N



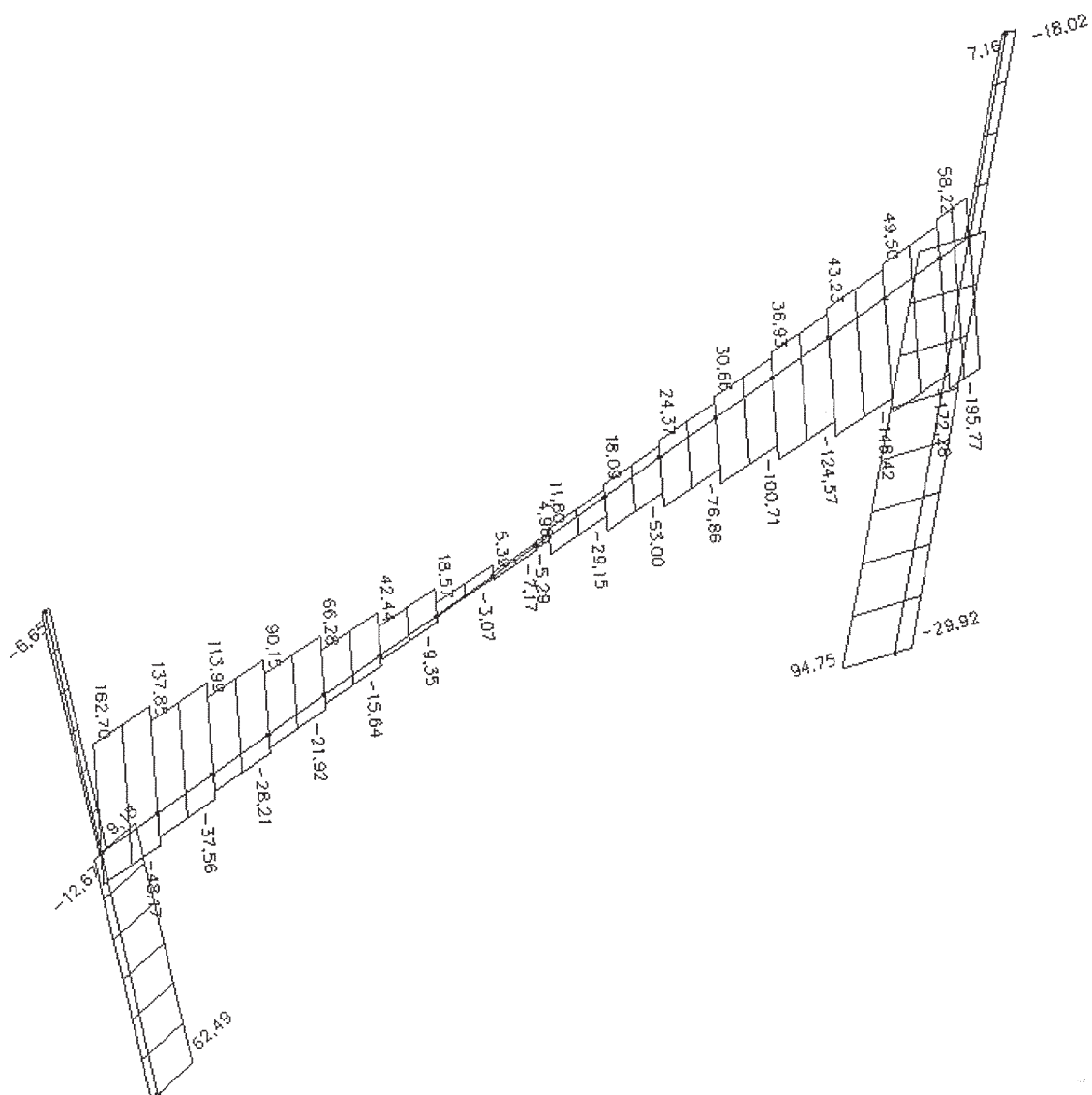
D. STATICKÝ VÝPOČET

Rám v ose 6 –  $V_y$



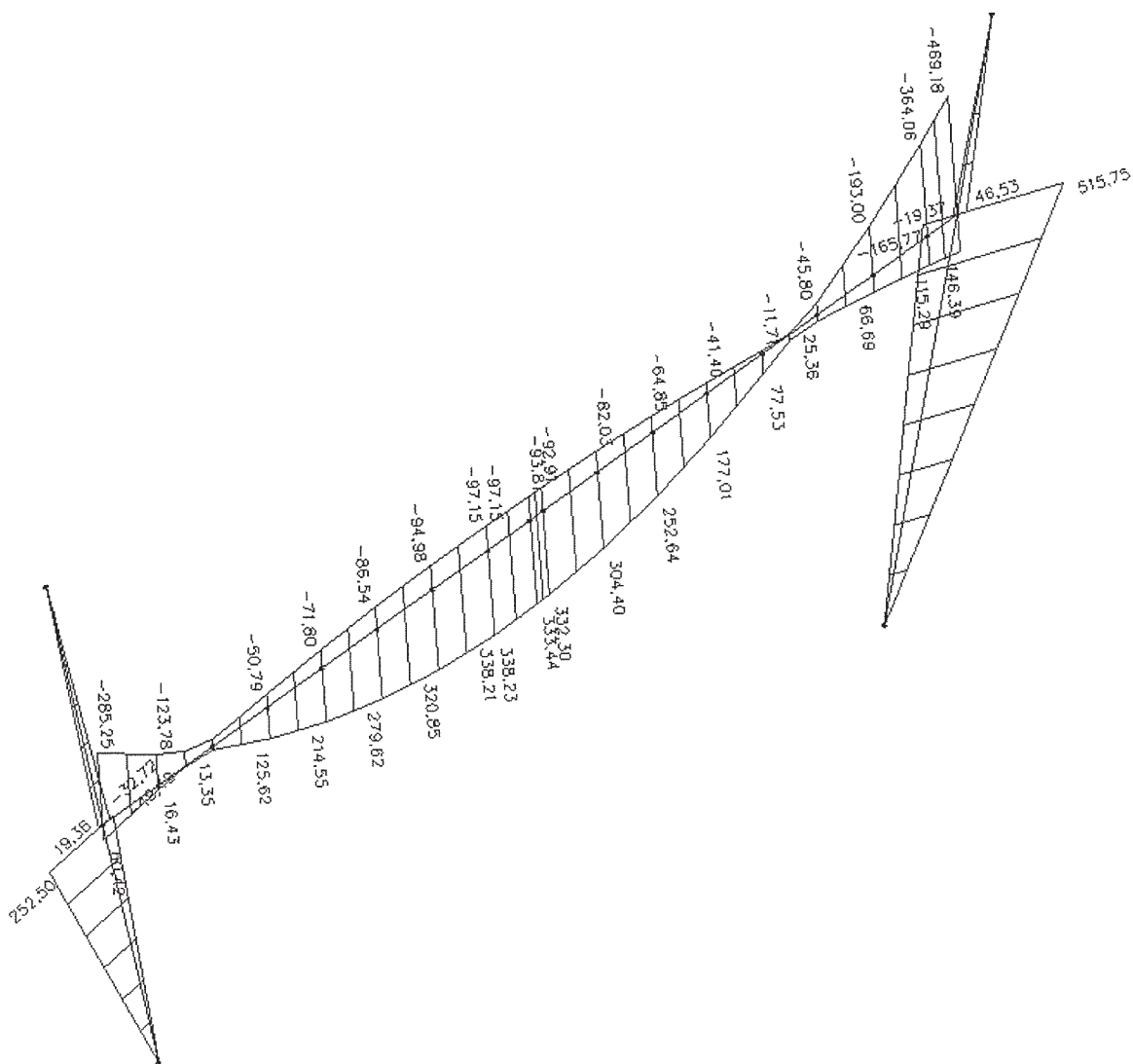
D. STATICKÝ VÝPOČET

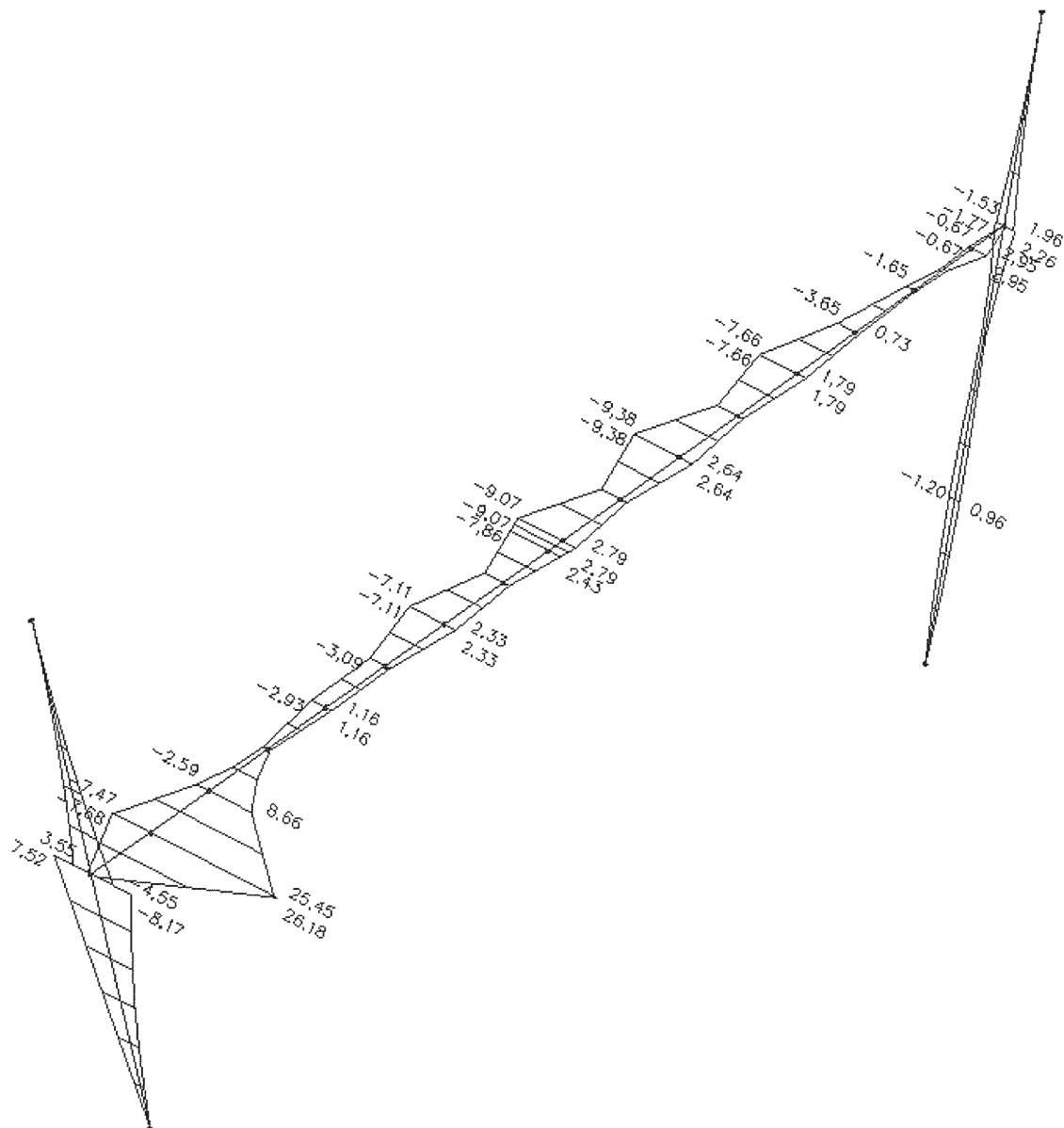
Rám v ose 6 –  $V_z$



D. STATICKÝ VÝPOČET

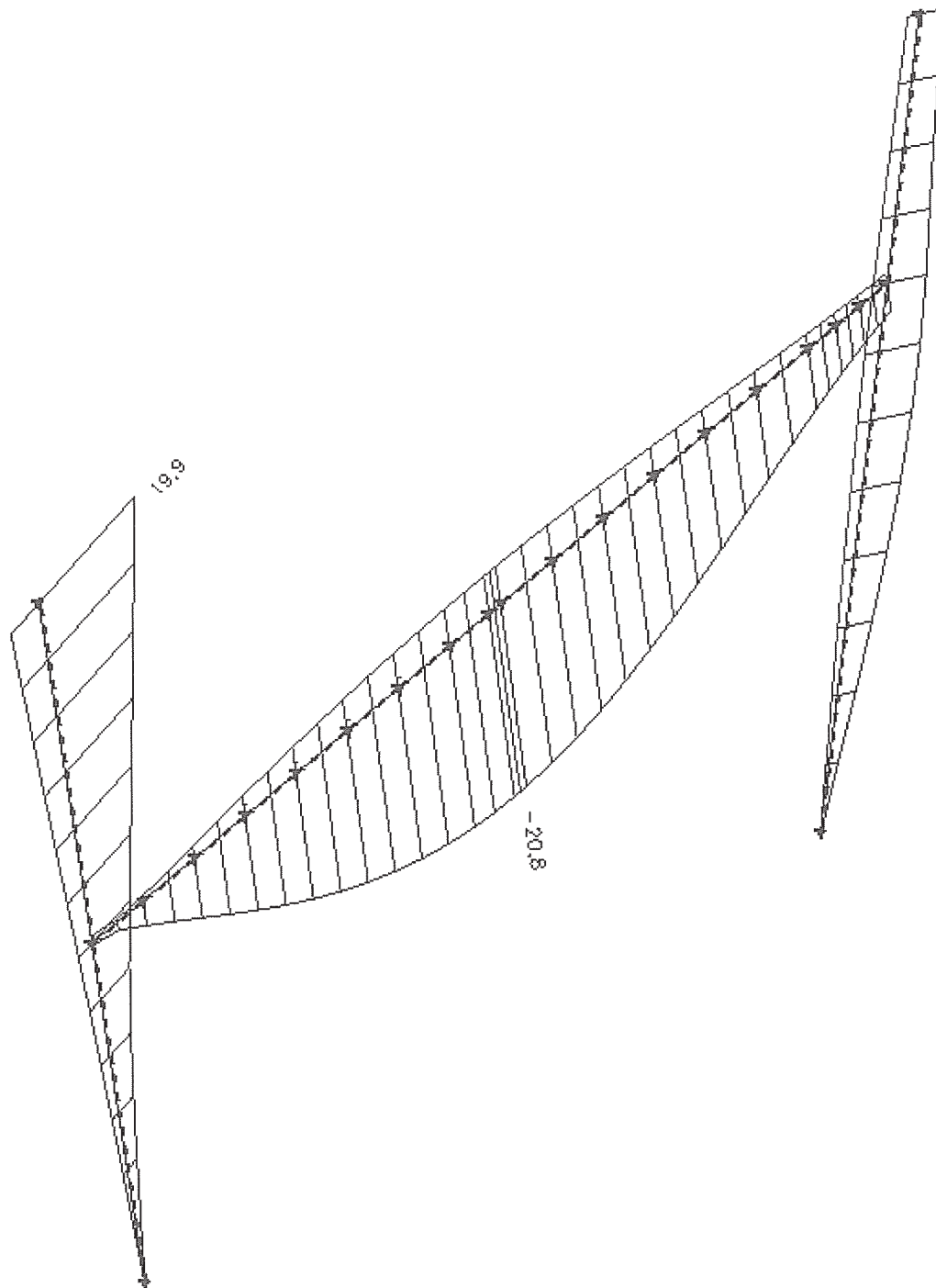
Rám v ose 6 –  $M_y$



Rám v ose 6 –  $M_z$ 

D. STATICKÝ VÝPOČET

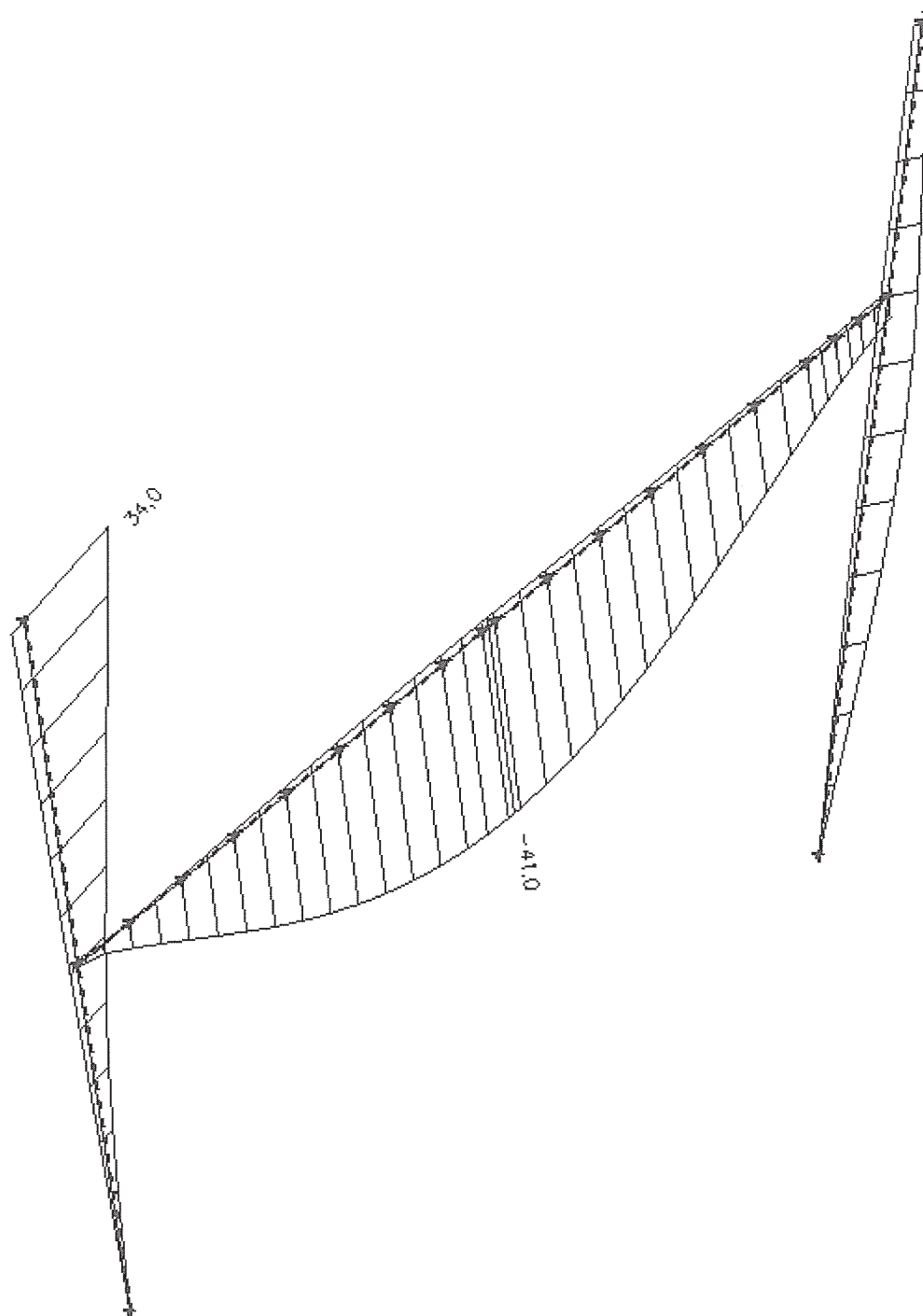
Rám v ose 1 –  $u_z$





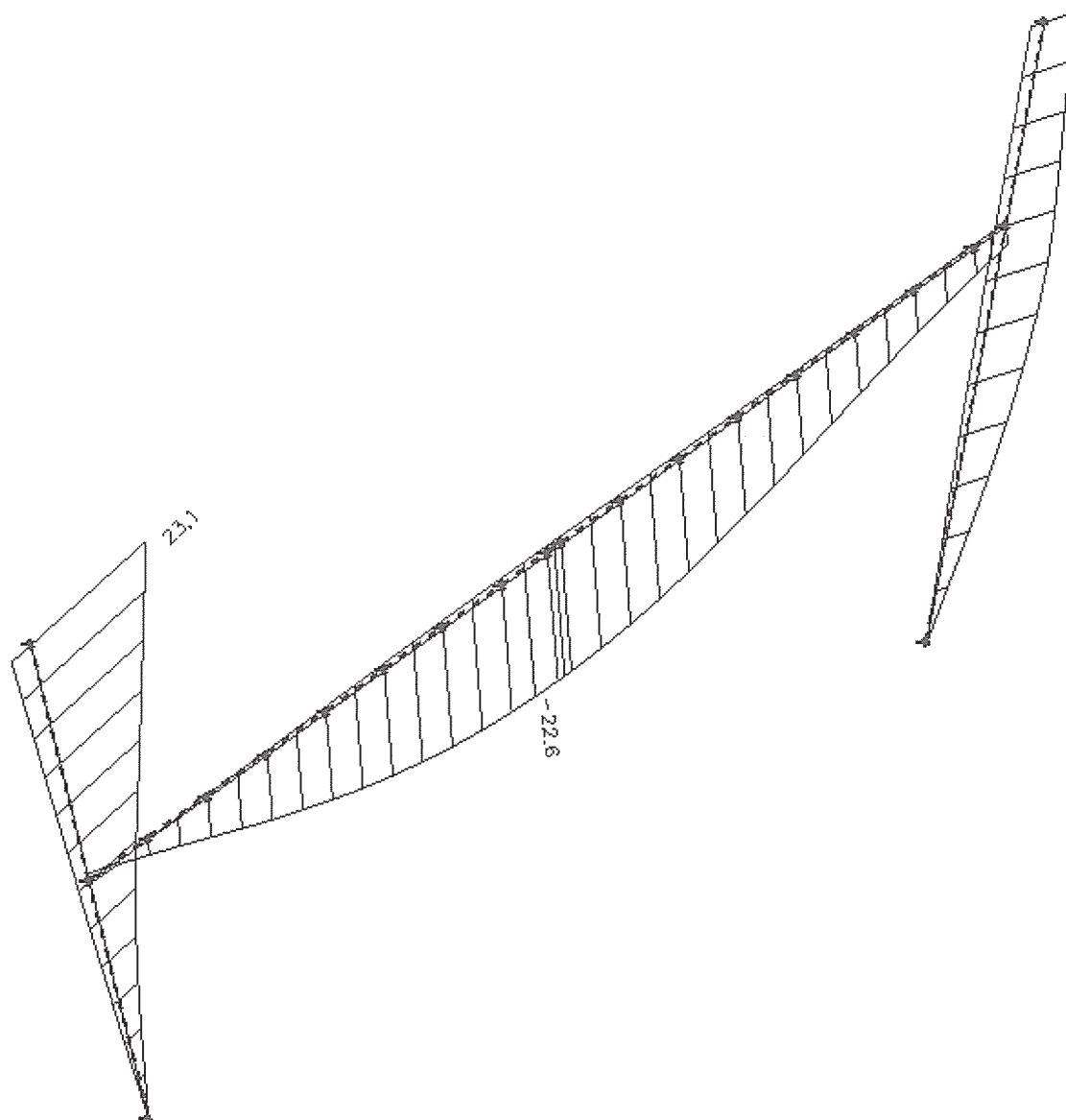
D. STATICKÝ VÝPOČET

Rám v ose 2 –  $u_z$



D. STATICKÝ VÝPOČET

Rám v ose 6 –  $u_z$



D. STATICKÝ VÝPOČET

POSOUZENÍ PRŮVLAKU V OSÁCH 1, 2 a 6

Zadání:

$L = 15,540$	m	$N_{Ed} = 78,410$	kN	$b = 300,000$	m
$A = 23860,000$	mm <sup>2</sup>	$V_{y,Ed} = 86,730$	kNm	$h = 500,000$	m
$I_y = 1072000000$	mm <sup>4</sup>	$V_{z,Ed} = 346,850$	kNm	$L_{cr,y} = 12,623$	m
$I_z = 1262000000$	mm <sup>4</sup>	$M_{y,Ed} = 802,840$	kNm	$L_{cr,z} = 1,000$	m
$i_y = 212,000$	mm	$M_{z,Ed} = 71,720$	kNm	$L_{cro} = 1,000$	m
$i_z = 72,700$	mm	$\gamma_{m1} = 1,000$	m <sup>4</sup>	$W_{y,pl} = 4815000$	mm <sup>2</sup>
$I_t = 5384000$	mm <sup>4</sup>	$E = 210000,000$	Mpa	$W_{z,pl} = 1292000$	mm <sup>2</sup>
$I_w = 7018000000000$	mm <sup>6</sup>	$G = 80700,000$	Mpa	$A_{vz} = 8982$	mm <sup>2</sup>
$u_z = 41,000$	mm	$\pi = 3,140$		$A_{vy} = 16800$	mm <sup>2</sup>
<u>HEB 500</u>		$f_y = 355,000$	Mpa	$f_u = 510,000$	Mpa

Výpočet štíhlosti:

$\lambda_y = L_{cr,y}/i_y =$	<b>59,542</b>
$\lambda_z = L_{cr,z}/i_z =$	<b>13,755</b>
$\lambda_1 = 93,9.\text{odmocnina}(235/f_y) =$	<b>76,399</b>
$\lambda'_y = (\lambda_y/\lambda_1).\text{odmocnina}(\beta_A) =$	<b>0,779</b>
$\lambda'_z = (\lambda_z/\lambda_1).\text{odmocnina}(\beta_A) =$	<b>0,180</b>

Výpočet součinitele  $\kappa$ :

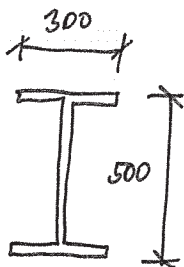
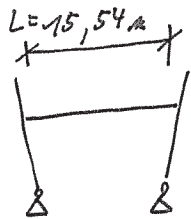
$\phi_y = 0,5.[1 + \alpha(\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] =$	<b>0,865</b>	křivka	$\alpha$
$\phi_z = 0,5.[1 + \alpha(\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z] =$	<b>0,513</b>	y-y	a 0,210
$\kappa_y = 1/(\phi_y + \text{odmocnina}(\phi_y^2 - \lambda'^2_y)) =$	<b>0,807</b>	z-z	b 0,340
$\kappa_z = 1/(\phi_z + \text{odmocnina}(\phi_z^2 - \lambda'^2_z)) =$	<b>1,007</b>		

Výpočet únosnosti v tlaku  $N_{Rk}$ :

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = \mathbf{8470,300 \text{ kN}}$$

Křivka klopení  $\kappa_{LT}$ :

$k_{wt} = (\pi/(k_w \cdot L).\text{odmocnina}((E \cdot I_w)/(G \cdot I_t))) =$	<b>0,372</b>	$k_y = 0,500$
$z_g = z_a - z_s =$	<b>0,000</b>	$k_z = 1,000$
$\zeta_g = (\pi \cdot z_g/(k_z \cdot L).\text{odmocnina}((E \cdot I_z)/(G \cdot I_t))) =$	<b>0,000</b>	$k_w = 1,000$
$\zeta_g = (\pi \cdot z_g/(k_z \cdot L).\text{odmocnina}((E \cdot I_z)/(G \cdot I_t))) =$	<b>0,000</b>	$C_{1,0} = 2,580$



$$L_{cr,y} = \beta \cdot L$$

$$\beta = 0,812$$



z PRŮGRAMU  
SLIA ENGINEER

D. STATICKÝ VÝPOČET

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) = \underline{2,550} \quad C_{1,1} = 2,610$$

$$\mu_{cr} = (C_1/k_z)[(\text{odm}(1+k_{wt}^2 + (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2) - ((C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2)) = \underline{2,721} \quad z_a = 250,000 \text{ mm}$$

$$M_{cr} = \mu_{cr} \cdot ((\pi \cdot \text{odmocnina}(E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t))/L) = \underline{1865570267,860} \quad z_s = 250,000 \text{ mm}$$

$$\lambda'_{LT} = \text{odmocnina}((W_y \cdot f_y)/M_{cr}) = \underline{0,957} \quad z_j = 0,000 \text{ mm}$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT}(\lambda'_{LT} - 0,2) + \lambda'^2_{LT}] = \underline{1,087} \quad C_2 = 1,560$$

$$\kappa_{LT} = 1/(\phi_{LT} + \text{odmocnina}(\phi_{LT}^2 - \lambda'^2_{LT})) = \underline{0,920} \quad C_3 = -0,860$$

$$\alpha_{LT} = 0,340$$

Interakční součinitele  $k_{ij}$ :

$$k_{yy} = C_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot (N_{Ed}/((\kappa_y \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1}))) = \underline{1,007} \quad \alpha_{sy} = 0,736$$

$$<= C_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot (N_{Ed}/((\kappa_y \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1}))) = \underline{1,009} \quad \alpha_{sz} = 0,193$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = \underline{0,608} \quad C_{my} = 0,789$$

$$k_{zy} = 1 - (((0,1 \cdot \lambda'_z)/(C_{mLT} - 0,25)) \cdot (N_{Ed}/((\kappa_z \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1}))) = \underline{1,000} \quad C_{mz} = 0,354$$

$$>= 1 - (((0,1/(C_{mLT} - 0,25)) \cdot (N_{Ed}/((\kappa_z \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1}))) = \underline{0,998} \quad C_{mLT} = 0,789$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot (N_{Ed}/((\kappa_z \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1}))) = \underline{0,998} \quad k_{zy} = \underline{1,000}$$

$$<= C_{my} \cdot (1 + 1,4 \cdot (N_{Ed}/((\kappa_z \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1}))) = \underline{1,013} \quad k_{zz} = \underline{1,013}$$

Výpočet únosnosti v ohybu  $M_{i,Rk}$ :

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = \underline{1709,325} \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = \underline{458,660} \text{ kNm}$$

Posouzení na ohyb a osový tlak:

$$(N_{Ed}/((\kappa_y \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1})) + (k_{yy}(M_{y,Ed}/(M_{y,Rk}/\gamma_{m1})) + (k_{yz}(M_{z,Ed}/((M_{z,Rk})/\gamma_{m1}))) = <= 1,0$$

$$\underline{0,579} <= \underline{1,0}$$

$$(N_{Ed}/((\kappa_z \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1})) + (k_{zy}(M_{y,Ed}/(M_{y,Rk}/\gamma_{m1})) + (k_{zz}(M_{z,Ed}/((M_{z,Rk})/\gamma_{m1}))) = <= 1,0$$

$$\underline{0,637} <= \underline{1,0}$$

Výpočet únosnosti ve smyku  $V_{pl,Rd,i}$ :

$$V_{pl,Rd,z} = (A_{vz} \cdot (f_y/\text{odmocnina}(3)))/\gamma_{m0} = \underline{1840,945} \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd,y} = (A_{vy} \cdot (f_y/\text{odmocnina}(3)))/\gamma_{m0} = \underline{3443,317} \text{ kN}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

Posouzení na smyk:

$$V_{Ed,z}/V_{pl,Rd,z} \leq 1,0$$

$$0,188 \leq 1,0$$

$$V_{Ed,y}/V_{pl,Rd,y} \leq 1,0$$

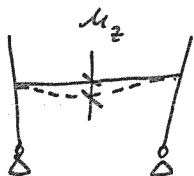
$$0,025 \leq 1,0$$

Posouzení průhybu:

$$u_{lim} = L/250 \quad \underline{62,160} \quad \text{mm}$$

$$u_z \leq u_{lim}$$

$$41,000 \leq 62,160 \quad \text{mm}$$



D. STATICKÝ VÝPOČET

POSOUZENÍ SLOUPU V OSÁCH 1, 2 a 6

Zadání:

$L = 5,540$	m	$N_{Ed} = 337,210$	kN	$b = 300,000$	m
$A = 23860,000$	mm <sup>2</sup>	$V_{y,Ed} = 3,080$	kNm	$h = 500,000$	m
$I_y = 1072000000$	mm <sup>4</sup>	$V_{z,Ed} = 159,160$	kNm	$L_{crz} = 15,470$	m
$I_z = 126200000$	mm <sup>4</sup>	$M_{y,Ed} = 872,170$	kNm	$L_{crz} = 5,260$	m
$i_y = 212,000$	mm	$M_{z,Ed} = 8,170$	kNm	$L_{crz} = 5,260$	m
$i_z = 72,700$	mm	$\gamma_{m1} = 1,000$	m <sup>4</sup>	$W_{y,pl} = 4815000$	mm <sup>2</sup>
$I_t = 5384000$	mm <sup>4</sup>	$E = 210000,000$	Mpa	$W_{z,pl} = 1292000$	mm <sup>2</sup>
$I_w = 7018000000000$	mm <sup>6</sup>	$G = 80700,000$	Mpa	$A_{vz} = 8982$	mm <sup>2</sup>
$u_z = 34,000$	mm	$\pi = 3,140$		$A_{vy} = 16800$	mm <sup>2</sup>
<u>HEB 500</u>		$f_y = 355,000$	Mpa	$f_u = 510,000$	Mpa

Výpočet štíhlosti:

$\lambda_y = L_{crz}/i_y =$	<u>72,972</u>
$\lambda_z = L_{crz}/i_z =$	<u>72,352</u>
$\lambda_1 = 93,9 \cdot \text{odmocnina}(235/f_y) =$	<u>76,399</u>
$\lambda'_y = (\lambda_y/\lambda_1) \cdot \text{odmocnina}(\beta_A) =$	<u>0,955</u>
$\lambda'_z = (\lambda_z/\lambda_1) \cdot \text{odmocnina}(\beta_A) =$	<u>0,947</u>

Výpočet součinitele  $\kappa$ :

$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] =$	<u>1,035</u>
$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z] =$	<u>1,075</u>
$\kappa_y = 1/(\phi_y + \text{odmocnina}(\phi_y^2 - \lambda'^2_y)) =$	<u>0,697</u>
$\kappa_z = 1/(\phi_z + \text{odmocnina}(\phi_z^2 - \lambda'^2_z)) =$	<u>0,631</u>

Výpočet únosnosti v tlaku  $N_{Rk}$ :

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = \underline{8470,300} \text{ kN}$$

Křivka klopení  $\kappa_{LT}$ :

$\kappa_{LT} = (\pi/(k_w \cdot L) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_w)/(G \cdot I_t))) =$	<u>1,044</u>	$k_y = 0,500$
$z_g = z_a - z_s =$	<u>0,000</u>	$k_z = 1,000$
$\zeta_g = (\pi \cdot z_g/(k_z \cdot L) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_z)/(G \cdot I_t))) =$	<u>0,000</u>	$k_w = 1,000$
$\zeta_g = (\pi \cdot z_g/(k_z \cdot L) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_z)/(G \cdot I_t))) =$	<u>0,000</u>	$C_{1,0} = 2,580$

ORIENTAČNÍ VÝPOČET  $L_{crz}$  Z

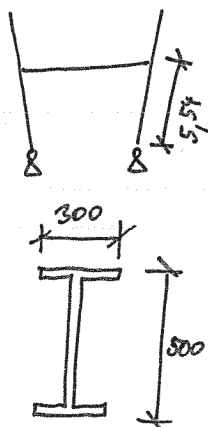
NORMY ČSN 73 1401 :

$$P = 337,21 \text{ kN} ; P_1 = 307,25 \text{ kN}$$

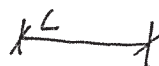
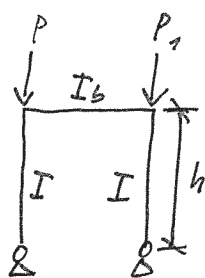
$$0 \leq P_1 \leq P \dots \beta_1 = 0,7 \cdot \sqrt{1 + \frac{P_1}{P}} = 0,963$$

$$\chi \leq 10 \dots \chi = \frac{I \cdot L}{I_k \cdot h} = \frac{L}{h} = 2,804$$

$$\beta = 2 + \beta_1 \cdot \sqrt{1 + 0,4 \chi} = 2,806 \Rightarrow L_{crz} = 15,54 \text{ m}$$



$L_{crz}$  BRÁNO  
Z PROGRAMU  
SCIA ENGINEER



ORIENTAČNÍ VÝP.

$L_{crz}$  Z NORMY

ČSN 73 1401!

$$I_b = I = 1,072 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$L = 15,540 \text{ m}$$

$$h = 5,54 \text{ m}$$

**D. STATICKÝ VÝPOČET**

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) = \underline{2,550} \quad C_{1,1} = 2,610$$

$$\mu_{cr} = (C_1/k_z)[(\text{odm}(1+k_{wt}^2 + (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2) - ((C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2)] = \underline{3,686} \quad z_a = 250,000 \text{ mm}$$

$$M_{cr} = \text{odmocnina}(E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t) / L = \underline{7089689812,204} \quad z_s = 250,000 \text{ mm}$$

$$\lambda'_{LT} = \text{odmocnina}((W_y \cdot f_y) / M_{cr}) = \underline{0,491} \quad z_j = 0,000 \text{ mm}$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT}(\lambda'_{LT} - 0,2) + \lambda'^2_{LT}] = \underline{0,670} \quad C_2 = 1,560$$

$$K_{LT} = 1 / (\phi_{LT} + \text{odmocnina}(\phi_{LT}^2 - \lambda'^2_{LT})) = \underline{1,492} \quad C_3 = -0,860$$

$$\alpha_{LT} = 0,340$$

**Interakční součinitele  $k_{ij}$ :**

$$k_{yy} = C_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot (N_{Ed} / ((k_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,043} \quad \alpha_{sy} = 0,736$$

$$<= C_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot (N_{Ed} / ((k_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,046} \quad \alpha_{sz} = 0,193$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = \underline{0,653} \quad C_{my} = 0,789$$

$$k_{zy} = 1 - (((0,1 \cdot \lambda'_z) / (C_{mLT} - 0,25)) \cdot (N_{Ed} / ((k_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{0,989} \quad C_{mz} = 0,354$$

$$>= 1 - (((0,1 / (C_{mLT} - 0,25)) \cdot (N_{Ed} / ((k_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{0,988} \quad C_{mLT} = 0,789$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot (N_{Ed} / ((k_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,082} \quad k_{zy} = \underline{0,989}$$

$$<= C_{my} \cdot (1 + 1,4 \cdot (N_{Ed} / ((k_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,088} \quad k_{zz} = \underline{1,088}$$

**Výpočet únosnosti v ohybu  $M_{i,Rk}$ :**

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = \underline{1709,325} \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = \underline{458,660} \text{ kNm}$$

**Posouzení na ohyb a osový tlak:**

$$(N_{Ed} / ((k_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{yy} (M_{y,Ed} / (M_{y,Rk} / \gamma_{m1})) + (k_{yz} (M_{z,Ed} / ((M_{z,Rk}) / \gamma_{m1}))) = <= 1,0$$

$$\underline{0,601} <= \underline{1,0}$$

$$(N_{Ed} / ((k_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{zy} (M_{y,Ed} / (M_{y,Rk} / \gamma_{m1})) + (k_{zz} (M_{z,Ed} / ((M_{z,Rk}) / \gamma_{m1}))) = <= 1,0$$

$$\underline{0,587} <= \underline{1,0}$$

**Výpočet únosnosti ve smyku  $V_{pl,Rd,i}$ :**

$$V_{pl,Rd,z} = (A_{vz} \cdot (f_y / \text{odmocnina}(3)) / \gamma_{m0}) = \underline{1840,945} \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd,y} = (A_{vy} \cdot (f_y / \text{odmocnina}(3)) / \gamma_{m0}) = \underline{3443,317} \text{ kN}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

Posouzení na smyk:

$$V_{Ed,z}/V_{pl,Rd,z} \leq 1,0$$

$$0,086 \leq 1,0$$

$$V_{Ed,y}/V_{pl,Rd,y} \leq 1,0$$

$$0,001 \leq 1,0$$

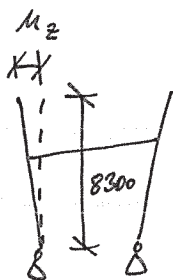
Posouzení průhybu:

$$L = 8,300 \text{ m}$$

$$u_{lim} = L/250 = \underline{34,583} \text{ mm}$$

$$u_z \leq u_{lim}$$

$$34,000 \leq 34,583 \text{ mm}$$



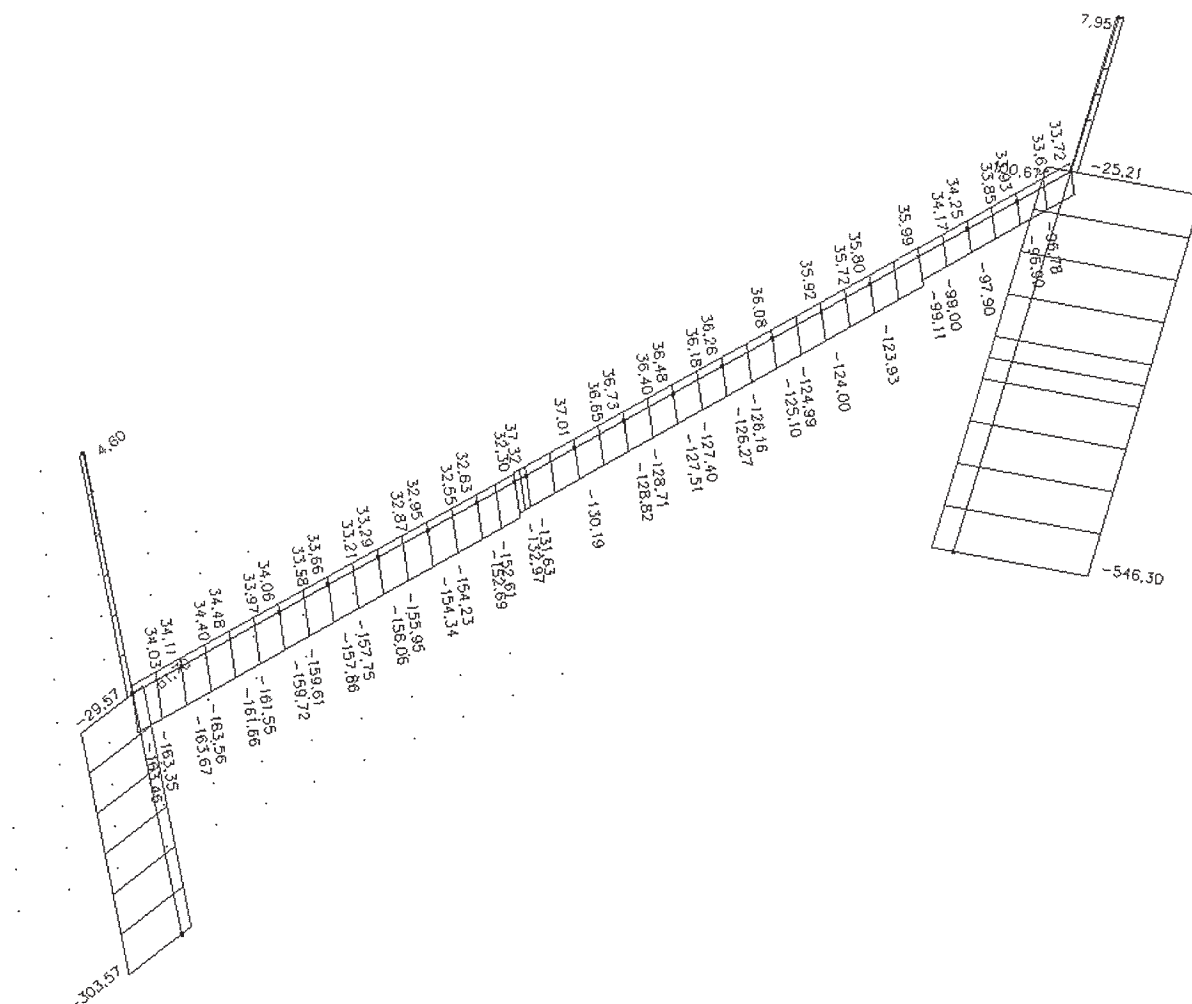


## D. STATICKÝ VÝPOČET

### 4.1.2 Rámy v osách 3 a 5

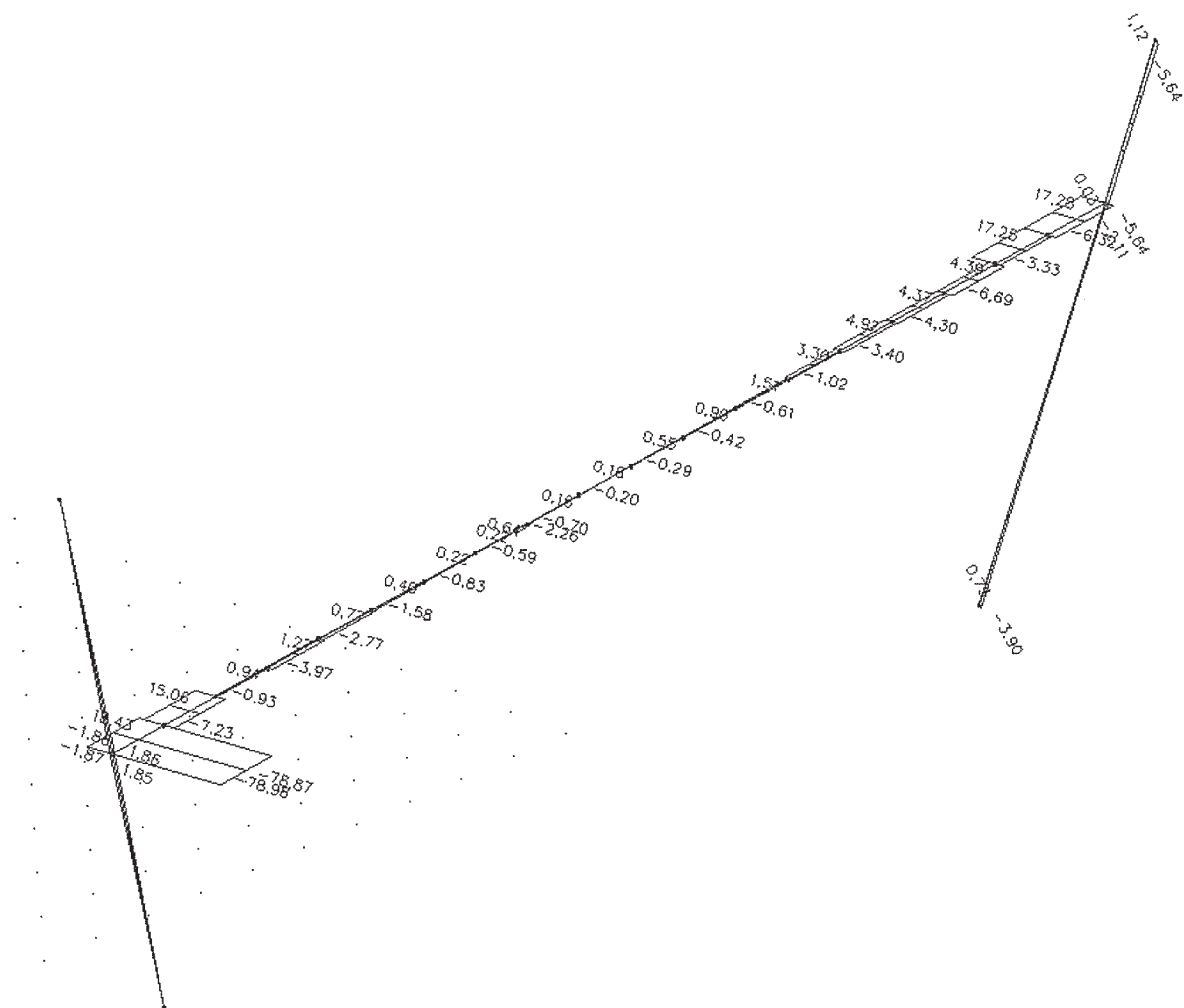
Vnitřní síly:

Rám v ose 3 – N



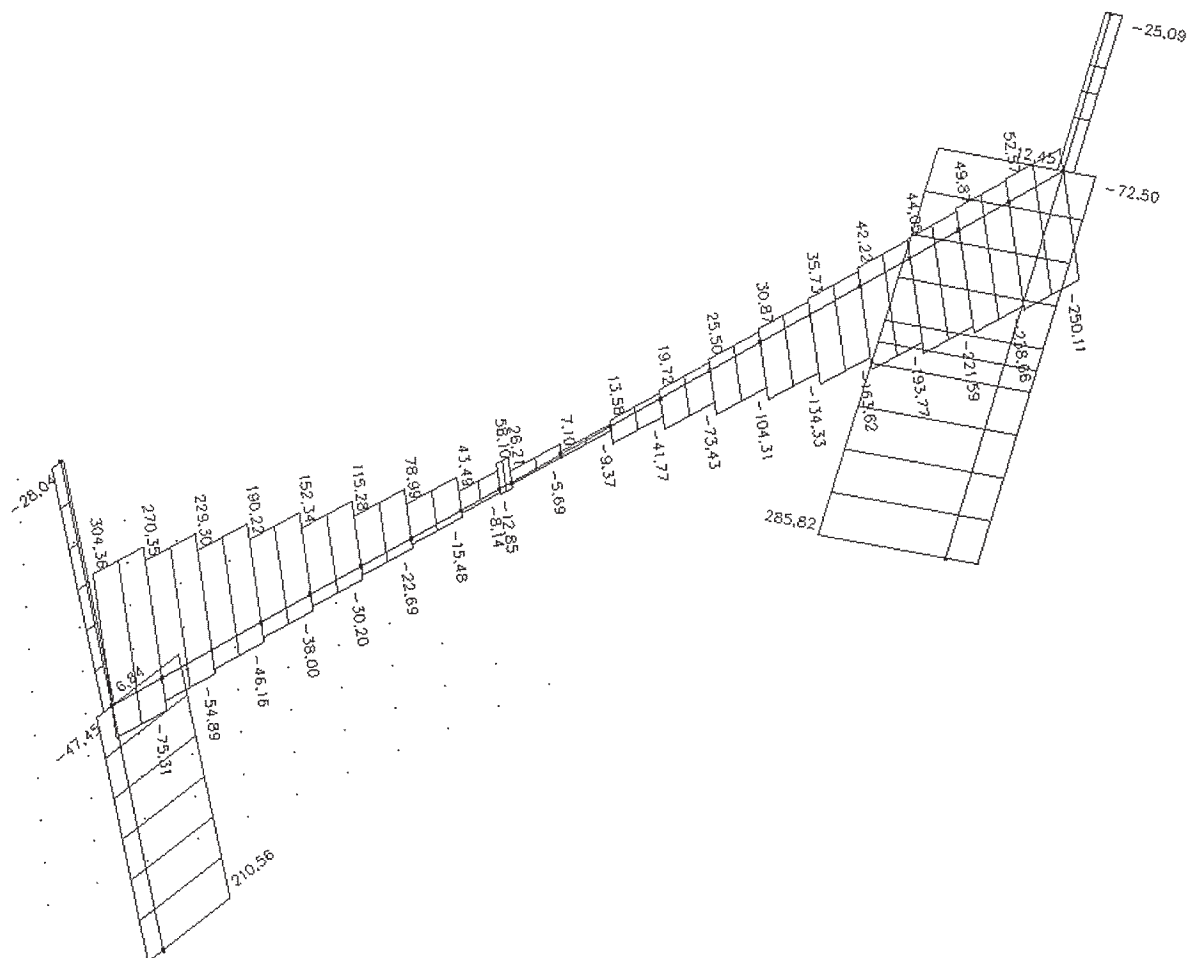
D. STATICKÝ VÝPOČET

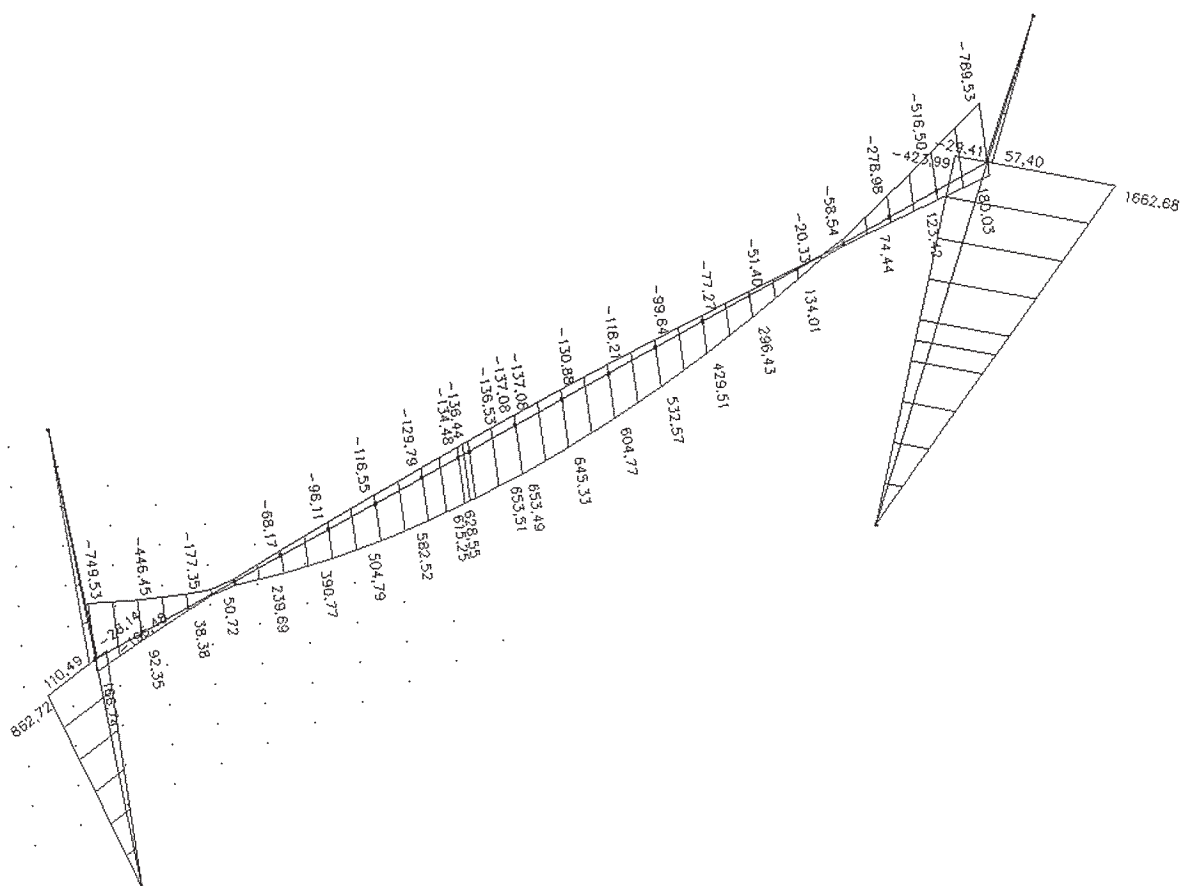
Rám v ose 3 –  $V_y$



# D. STATICKÝ VÝPOČET

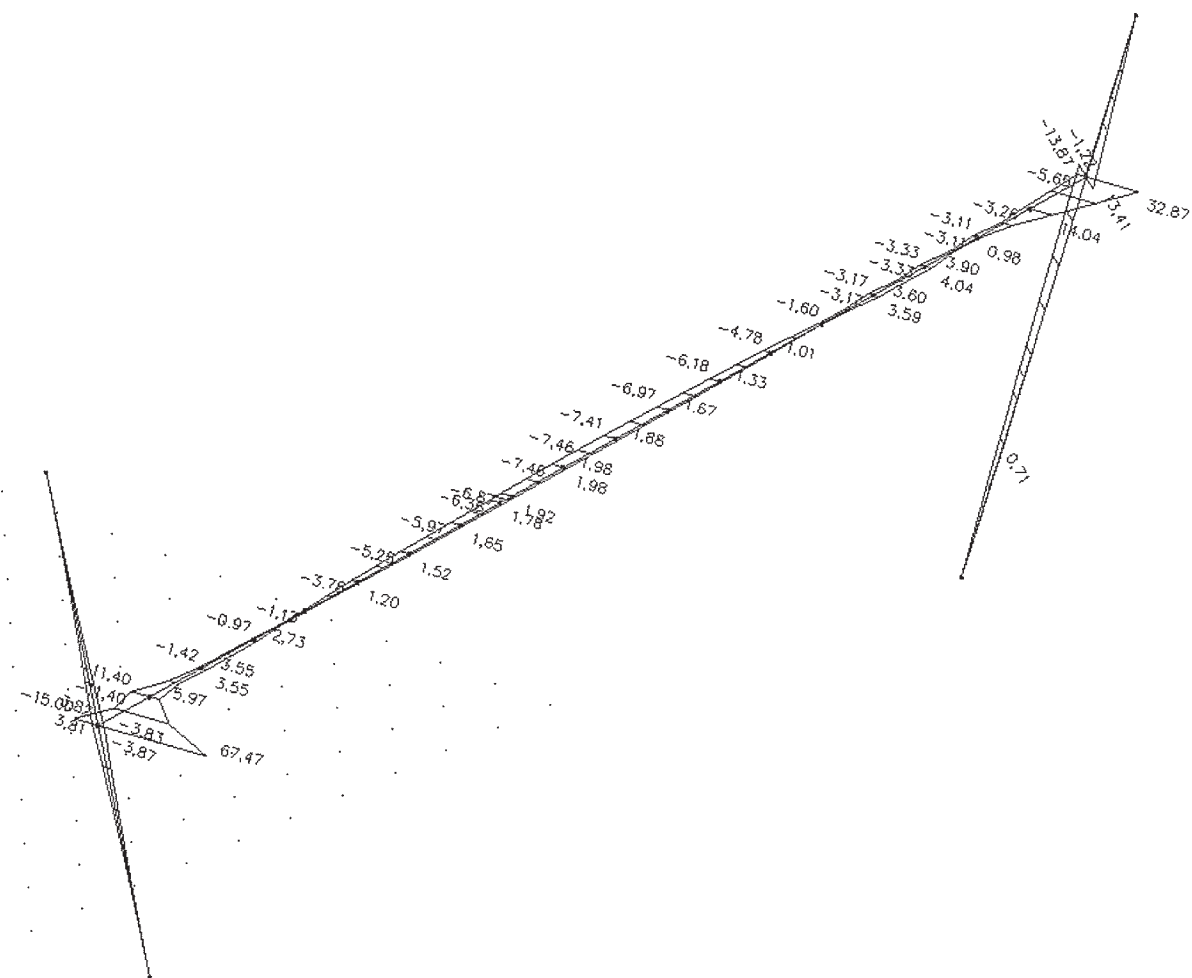
Rám v ose 3 – V<sub>Z</sub>



Rám v ose 3 –  $M_y$ 

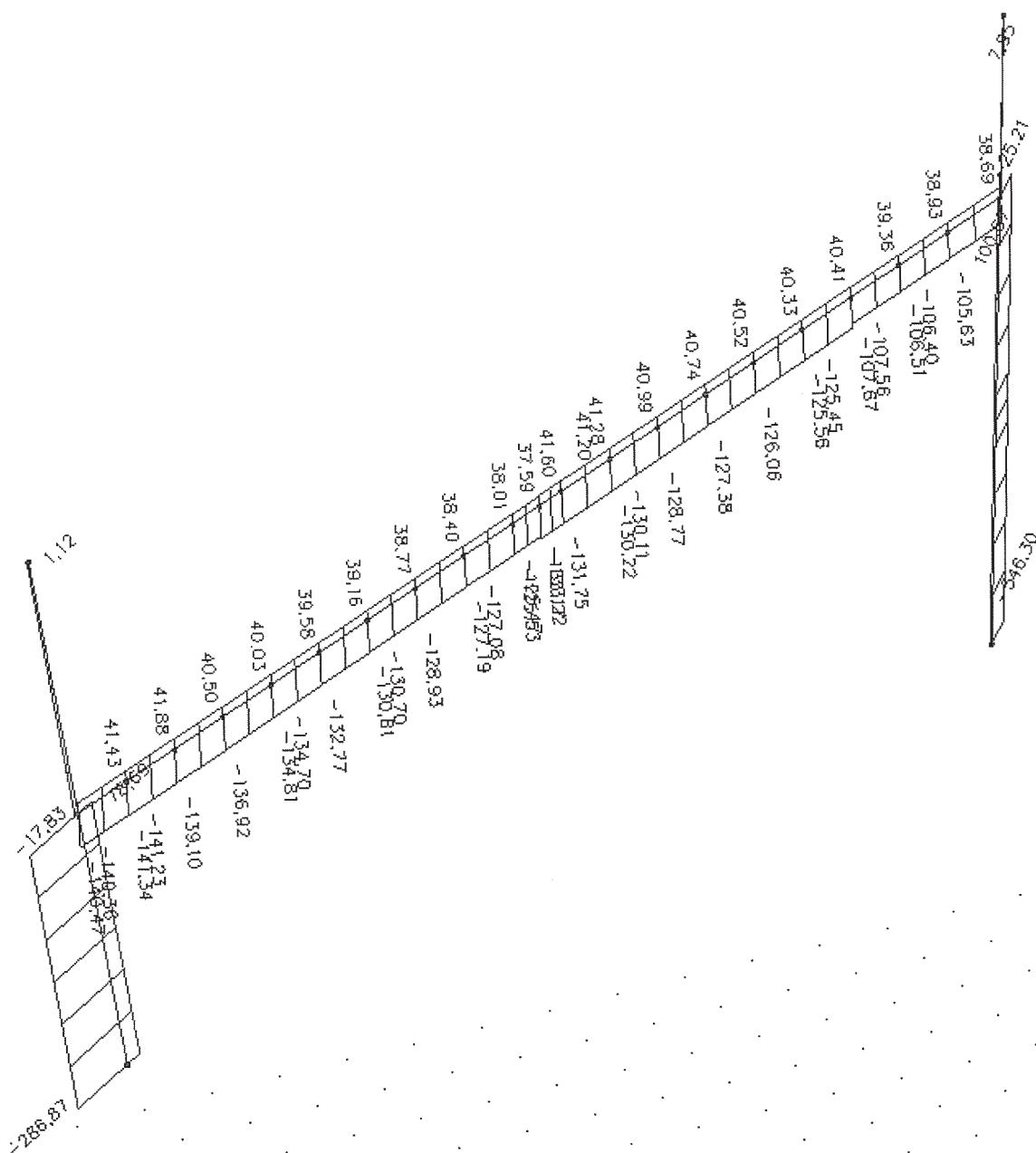
D. STATICKÝ VÝPOČET

Rám v ose 3 –  $M_z$



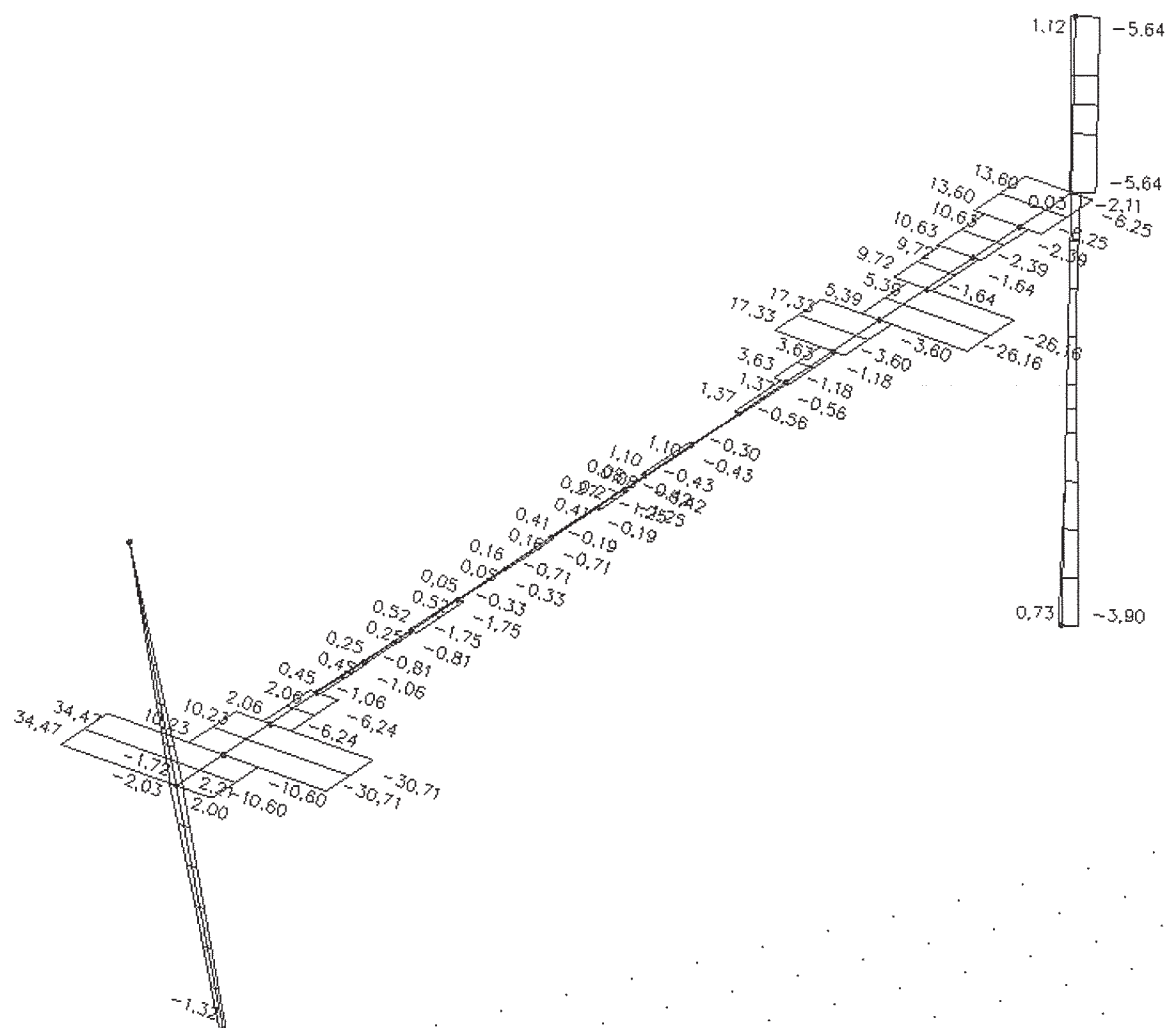
D. STATICKÝ VÝPOČET

Rám v ose 5 – N



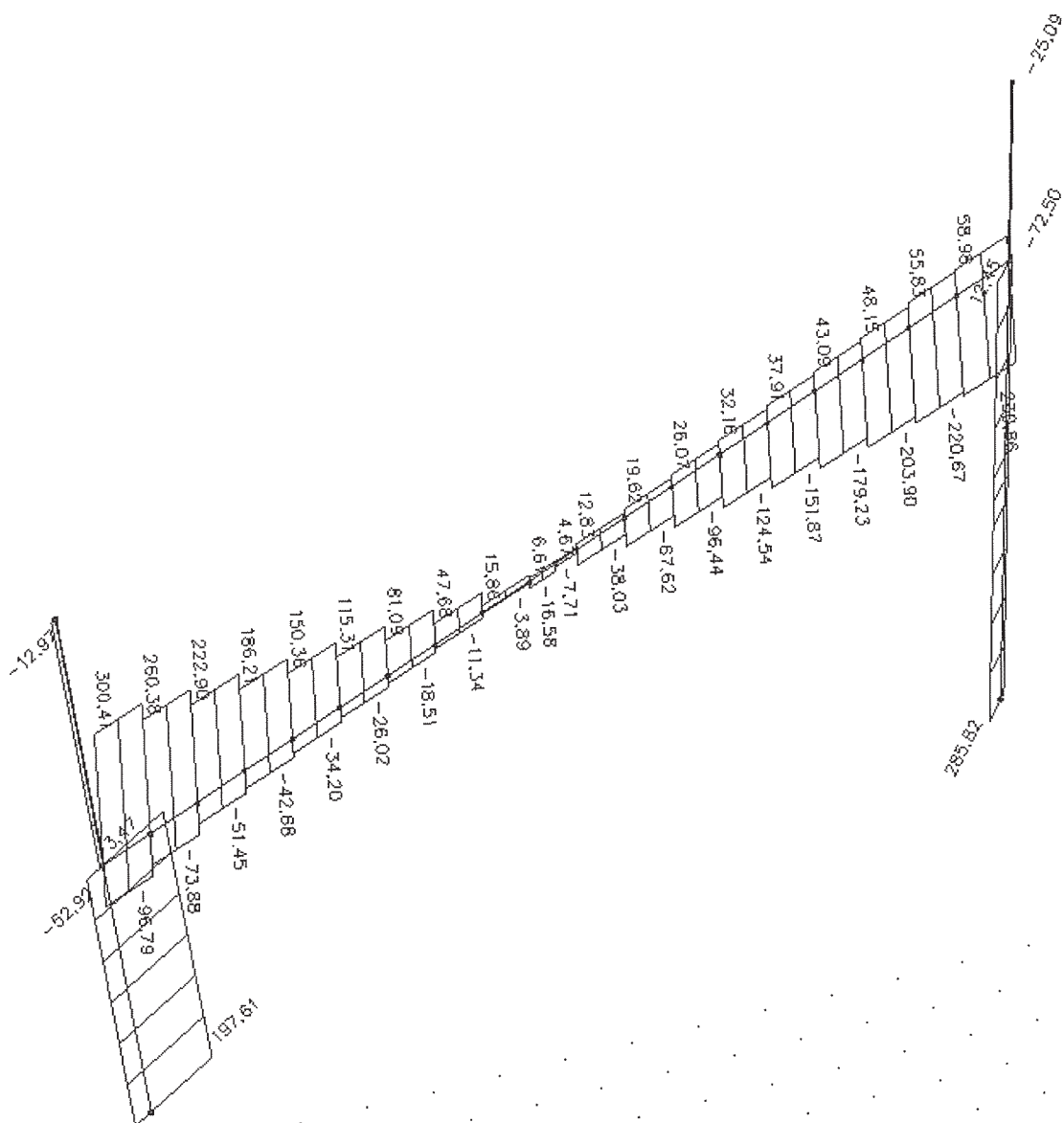
D. STATICKÝ VÝPOČET

Rám v ose 5 –  $V_y$



D. STATICKÝ VÝPOČET

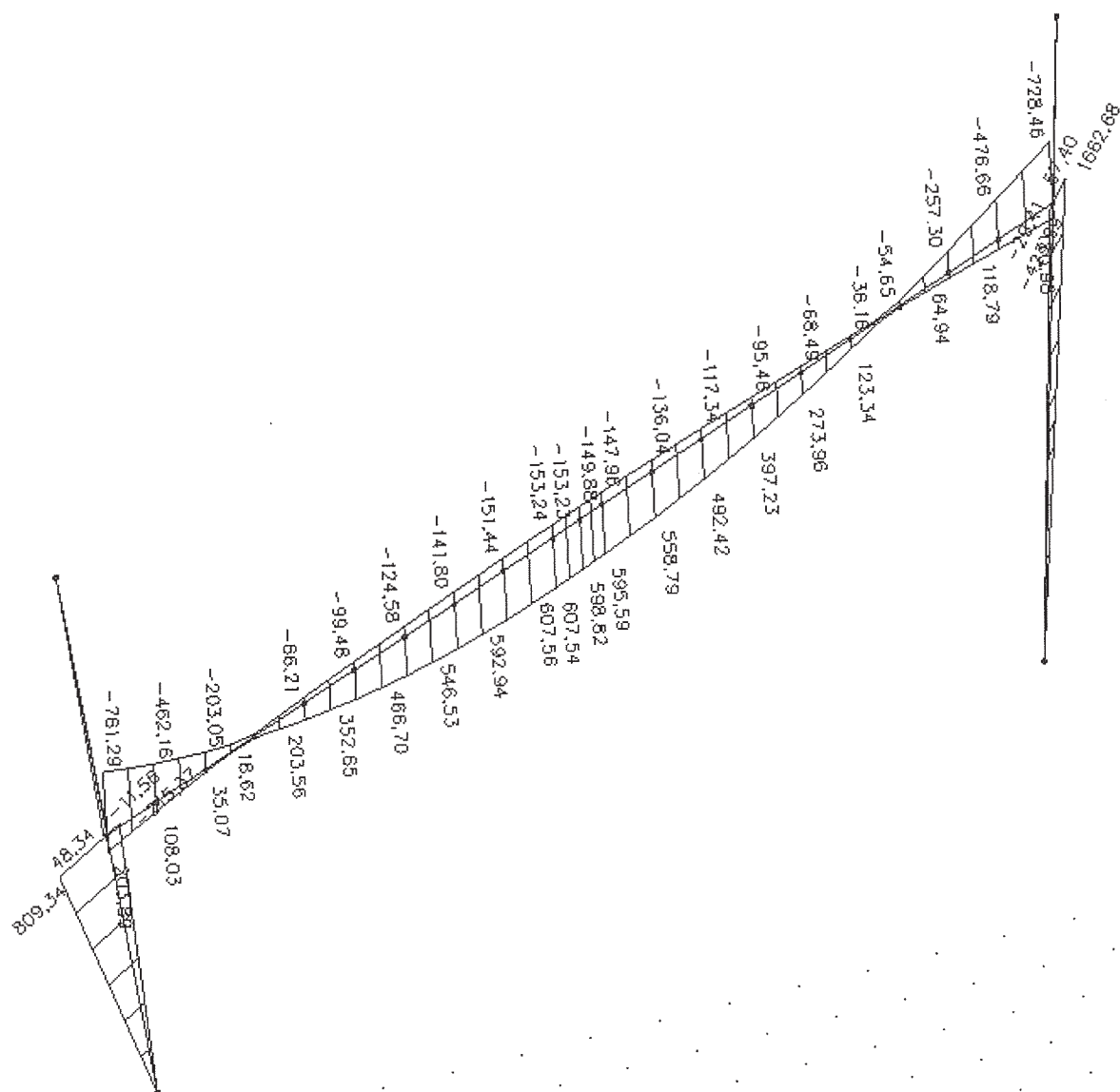
Rám v ose 5 –  $V_z$





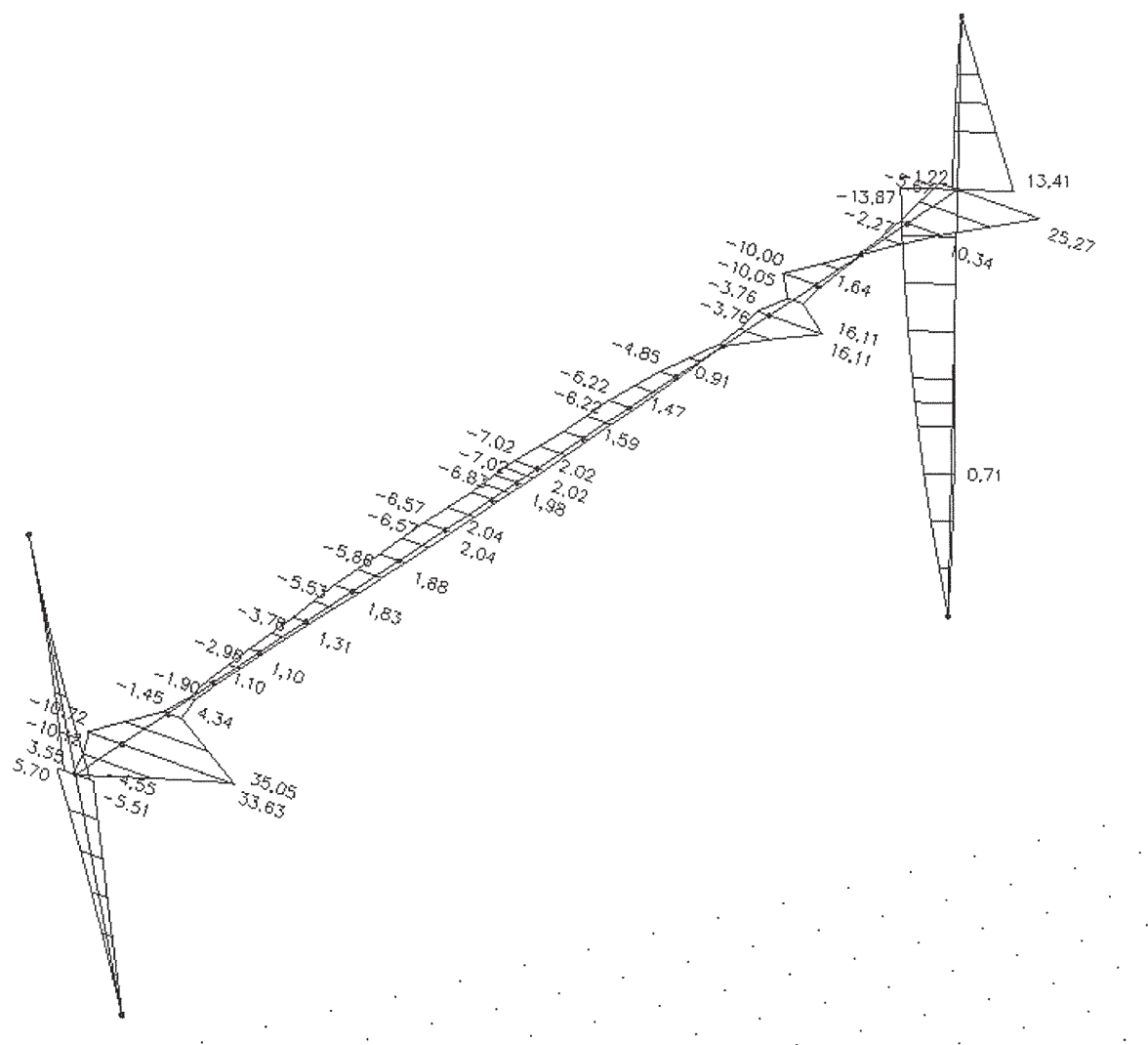
D. STATICKÝ VÝPOČET

Rám v ose 5 –  $M_y$



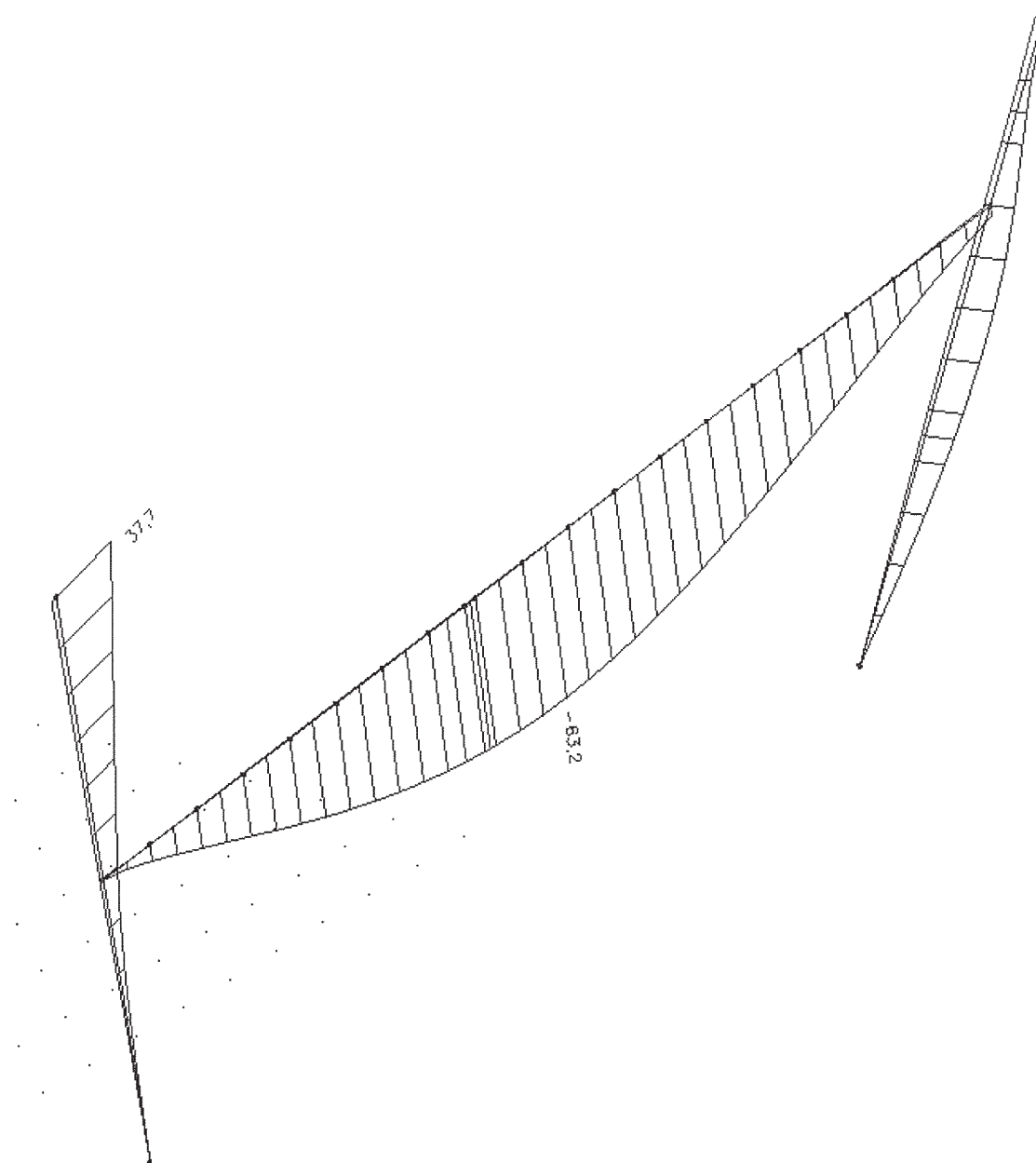
D. STATICKÝ VÝPOČET

Rám v ose 5 –  $M_z$



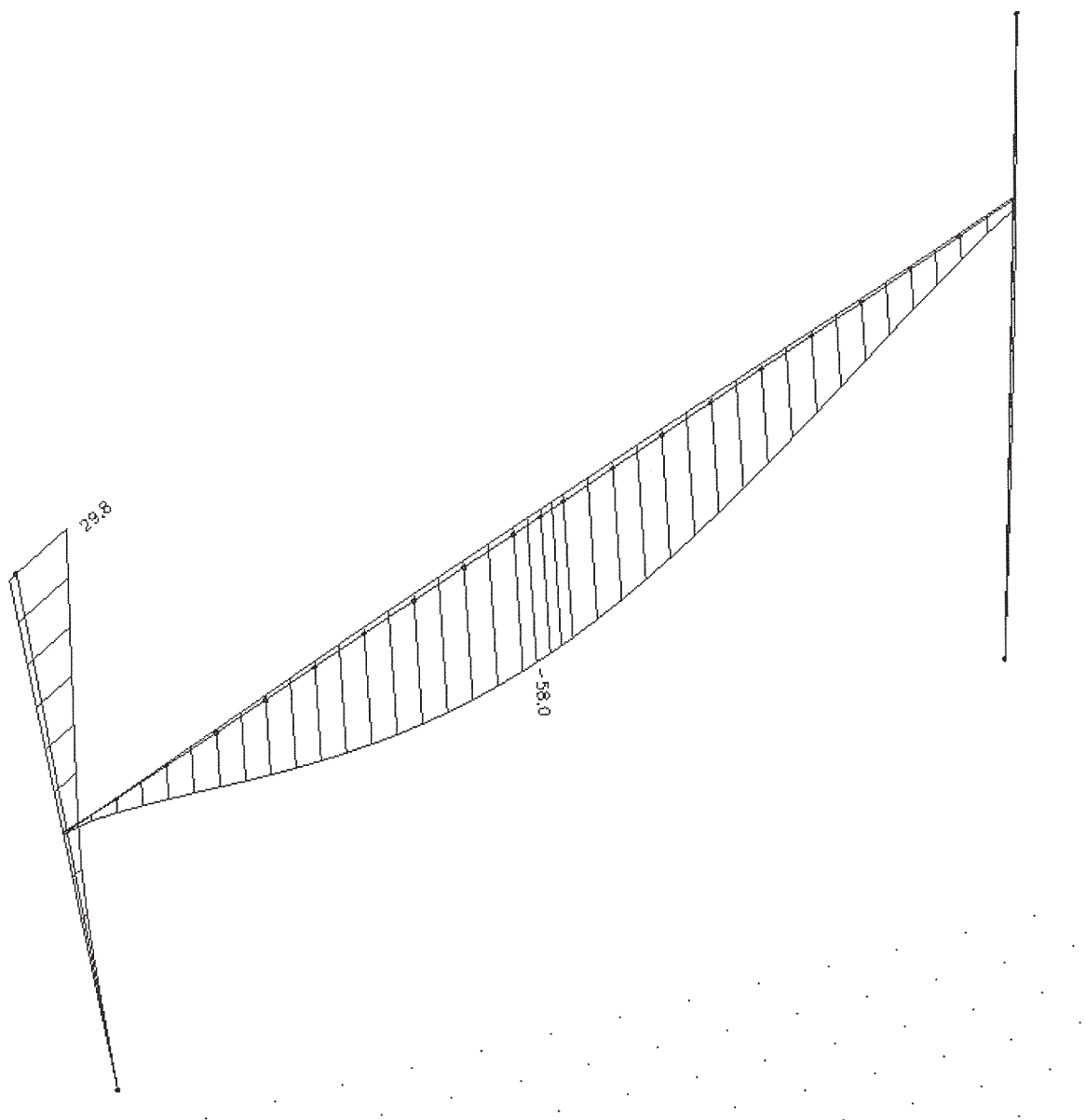
D. STATICKÝ VÝPOČET

Rám v ose 3 –  $u_z$



D. STATICKÝ VÝPOČET

Rám v ose 5 –  $u_z$



D. STATICKÝ VÝPOČET

POSOUZENÍ PRŮVLAKU V OSÁCH 3 a 5

Zadání:

$L = 19,000$	m	$N_{Ed} = 163,670$	kN	$b = 300,000$	m
$A = 23860,000$	mm <sup>2</sup>	$V_{y,Ed} = 78,980$	kNm	$h = 500,000$	m
$I_y = 1072000000$	mm <sup>4</sup>	$V_{z,Ed} = 304,360$	kNm	$L_{cry} = 28,533$	m
$I_z = 126200000$	mm <sup>4</sup>	$M_{y,Ed} = 789,530$	kNm	$L_{crz} = 1,000$	m
$i_y = 212,000$	mm	$M_{z,Ed} = 67,470$	kNm	$L_{cr\omega} = 1,000$	m
$i_z = 72,700$	mm	$\gamma_{m1} = 1,000$	m <sup>4</sup>	$W_{y,pl} = 4815000$	mm <sup>2</sup>
$I_t = 5384000$	mm <sup>4</sup>	$E = 210000,000$	Mpa	$W_{z,pl} = 1292000$	mm <sup>2</sup>
$I_w = 7018000000000$	mm <sup>6</sup>	$G = 80700,000$	Mpa	$A_{vz} = 8982$	mm <sup>2</sup>
$u_z = 63,200$	mm	$\pi = 3,140$		$A_{vy} = 16800$	mm <sup>2</sup>
<u>HEB 500</u>		$f_y = 355,000$	Mpa	$f_u = 510,000$	Mpa

Výpočet štíhlosti:

$$\lambda_y = L_{cry}/i_y = \underline{134,590}$$

$$\lambda_z = L_{crz}/i_z = \underline{13,755}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \text{odmocnina}(235/f_y) = \underline{76,399}$$

$$\lambda'_y = (\lambda_y/\lambda_1) \cdot \text{odmocnina}(\beta_A) = \underline{1,762}$$

$$\lambda'_z = (\lambda_z/\lambda_1) \cdot \text{odmocnina}(\beta_A) = \underline{0,180}$$

Výpočet součinitele  $\kappa$ :

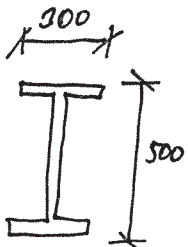
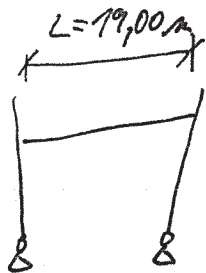
$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] =$	<u>2,216</u>	křivka	$\alpha$
$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z] =$	<u>0,513</u>	y-y	a 0,210
$\kappa_y = 1/(\phi_y + \text{odmocnina}(\phi_y^2 - \lambda'^2_y)) =$	<u>0,281</u>	z-z	b 0,340
$\kappa_z = 1/(\phi_z + \text{odmocnina}(\phi_z^2 - \lambda'^2_z)) =$	<u>1,007</u>		

Výpočet únosnosti v tlaku  $N_{Rk}$ :

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = \underline{8470,300} \text{ kN}$$

Křivka klopení  $\kappa_{LT}$ :

$k_{wt} = (\pi/(k_w \cdot L) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_w)/(G \cdot I_t))) =$	<u>0,304</u>	$k_y = 0,500$
$Z_g = Z_a - Z_s =$	<u>0,000</u>	$k_z = 1,000$
$\zeta_g = (\pi \cdot Z_g/(k_z \cdot L) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_z)/(G \cdot I_t))) =$	<u>0,000</u>	$k_w = 1,000$
$\zeta_g = (\pi \cdot Z_g/(k_z \cdot L) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_z)/(G \cdot I_t))) =$	<u>0,000</u>	$C_{1,0} = 2,580$



*L<sub>cry</sub> BRÁNO z  
PROB. SCIA  
ENGINEER*

#### D. STATICKÝ VÝPOČET

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) = \underline{2,550} \quad C_{1,1} = 2,610$$

$$\mu_{cr} = (C_1/k_z)[(0,001 + k_{wt}^2 + (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2) - ((C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2)] = \underline{2,666} \quad z_a = 250,000 \text{ mm}$$

$$M_{cr} = \text{odmocnina}(E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t) / L = \underline{1494802157,772} \quad z_s = 250,000 \text{ mm}$$

$$\lambda'_{LT} = \text{odmocnina}((W_y \cdot f_y) / M_{cr}) = \underline{1,069} \quad z_j = 0,000 \text{ mm}$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT}(\lambda'_{LT} - 0,2) + \lambda'^2_{LT}] = \underline{1,220} \quad C_2 = 1,560$$

$$\kappa_{LT} = 1 / (\phi_{LT} + \text{odmocnina}(\phi_{LT}^2 - \lambda'^2_{LT})) = \underline{0,820} \quad C_3 = -0,860$$

$$\kappa_{LT}/2 = \underline{1,640} \quad \alpha_{LT} = 0,340$$

#### Interakční součinitele $k_{ij}$ :

$$k_{yy} = C_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,107} \quad \alpha_{sy} = 0,736$$

$$\leq C_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,055} \quad \alpha_{sz} = 0,193$$

$$k_{yy} = \underline{1,055} \quad C_{my} = 0,789$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = \underline{0,616} \quad C_{mz} = 0,354$$

$$k_{zy} = 1 - (((0,1 \cdot \lambda'_z) / (C_{mLT} - 0,25))) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1})) = \underline{0,999} \quad C_{mLT} = 0,789$$

$$\geq 1 - (((0,1 / (C_{mLT} - 0,25))) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{0,996}$$

$$k_{zy} = \underline{0,999}$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{0,995}$$

$$\leq C_{my} \cdot (1 + 1,4 \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,027}$$

$$k_{zz} = \underline{1,027}$$

#### Výpočet únosnosti v ohybu $M_{i,Rk}$ :

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = \underline{1709,325} \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = \underline{458,660} \text{ kNm}$$

#### Posouzení na ohyb a osový tlak:

$$(N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{yy} (M_{y,Ed} / (M_{y,Rk} / \gamma_{m1})) + (k_{yz} (M_{z,Ed} / ((M_{z,Rk}) / \gamma_{m1}))) = \leq 1,0$$

$$\underline{0,647} \leq 1,0$$

$$(N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{zy} (M_{y,Ed} / (M_{y,Rk} / \gamma_{m1})) + (k_{zz} (M_{z,Ed} / ((M_{z,Rk}) / \gamma_{m1}))) = \leq 1,0$$

$$\underline{0,632} \leq 1,0$$

#### Výpočet únosnosti ve smyku $V_{pl,Rd,i}$ :

$$V_{pl,Rd,z} = (A_{vz} \cdot (f_y / \text{odmocnina}(3))) / \gamma_{m0} = \underline{1840,945} \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd,y} = (A_{vy} \cdot (f_y / \text{odmocnina}(3))) / \gamma_{m0} = \underline{3443,317} \text{ kN}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

Posouzení na smyk:

$$V_{Ed,z}/V_{pl,Rd,z} \leq 1,0$$

$$0,165 \leq 1,0$$

$$V_{Ed,y}/V_{pl,Rd,y} \leq 1,0$$

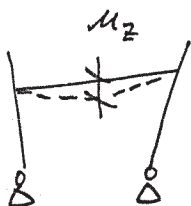
$$0,023 \leq 1,0$$

Posouzení průhybu:

$$u_{lim} = L/250 \quad \underline{76,000} \quad \text{mm}$$

$$u_z \leq u_{lim}$$

$$63,200 \leq 76,000 \quad \text{mm}$$

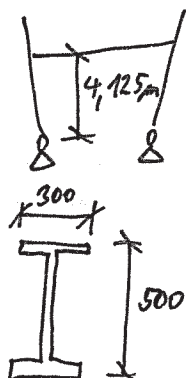


D. STATICKÝ VÝPOČET

POSOUZENÍ SLOUPU V OSÁCH 3 a 5

Zadání:

$L = 4,125$	m	$N_{Ed} = 303,570$	kN	$b = 300,000$	m
$A = 23860,000$	mm <sup>2</sup>	$V_{y,Ed} = 2,210$	kNm	$h = 500,000$	m
$I_y = 1072000000$	mm <sup>4</sup>	$V_{z,Ed} = 210,560$	kNm	$L_{cr,y} = 14,562$	m
$I_z = 126200000$	mm <sup>4</sup>	$M_{y,Ed} = 862,720$	kNm	$L_{cr,z} = 4,125$	m
$i_y = 212,000$	mm	$M_{z,Ed} = 5,700$	kNm	$L_{cr,\omega} = 4,125$	m
$i_z = 72,700$	mm	$\gamma_{m1} = 1,000$	m <sup>4</sup>	$W_{y,pl} = 4815000$	mm <sup>2</sup>
$I_t = 5384000$	mm <sup>4</sup>	$E = 210000,000$	Mpa	$W_{z,pl} = 1292000$	mm <sup>2</sup>
$I_w = 7018000000000$	mm <sup>6</sup>	$G = 80700,000$	Mpa	$A_{vz} = 8982$	mm <sup>2</sup>
$u_z = 37,700$	mm	$\pi = 3,140$		$A_{vy} = 16800$	mm <sup>2</sup>
<u>HEB 500</u>		$f_y = 355,000$	Mpa	$f_u = 510,000$	Mpa



*L<sub>cr,y</sub> BRÁNO  
Z PROG. SCIA  
ENGINEER!*

Výpočet štíhlosti:

$\lambda_y = L_{cr,y}/i_y =$	<b>68,689</b>
$\lambda_z = L_{cr,z}/i_z =$	<b>56,740</b>
$\lambda_1 = 93,9 \cdot \text{odmocnina}(235/f_y) =$	<b>76,399</b>
$\lambda'_y = (\lambda_y/\lambda_1) \cdot \text{odmocnina}(\beta_A) =$	<b>0,899</b>
$\lambda'_z = (\lambda_z/\lambda_1) \cdot \text{odmocnina}(\beta_A) =$	<b>0,743</b>

Výpočet součinitele  $\kappa$ :

$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] =$	<b>0,978</b>	křivka	$\alpha$
$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z] =$	<b>0,868</b>	y-y	a 0,210
$\kappa_y = 1/(\phi_y + \text{odmocnina}(\phi_y^2 - \lambda'^2_y)) =$	<b>0,735</b>	z-z	b 0,340
$\kappa_z = 1/(\phi_z + \text{odmocnina}(\phi_z^2 - \lambda'^2_z)) =$	<b>0,759</b>		

Výpočet únosnosti v tlaku  $N_{Rk}$ :

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = \mathbf{8470,300 \text{ kN}}$$

Křivka klopení  $\kappa_{LT}$ :

$k_{wt} = (\pi/(k_w \cdot L)) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_w)/(G \cdot I_t)) =$	<b>1,402</b>	$k_y = 0,500$
$Z_g = Z_a - Z_s =$	<b>0,000</b>	$k_z = 1,000$
$\zeta_g = (\pi \cdot Z_g/(k_z \cdot L)) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_z)/(G \cdot I_t)) =$	<b>0,000</b>	$k_w = 1,000$
$\zeta_g = (\pi \cdot Z_g/(k_z \cdot L)) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_z)/(G \cdot I_t)) =$	<b>0,000</b>	$C_{1,0} = 2,580$



#### D. STATICKÝ VÝPOČET

$$C_{1,1} = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) = \underline{2,550} \quad C_{1,1} = 2,610$$

$$\mu_{cr} = (C_1/k_z)[(odm(1+k_{wt}^2 + (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2) - ((C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2) = \underline{4,391} \quad z_a = 250,000 \text{ mm}$$

$$M_{cr} = odmocnina(E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t) / L = \underline{11342817483,662} \quad z_s = 250,000 \text{ mm}$$

$$\lambda'_{LT} = odmocnina((W_y \cdot f_y) / M_{cr}) = \underline{0,388} \quad z_j = 0,000 \text{ mm}$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT}(\lambda'_{LT} - 0,2) + \lambda'^2_{LT}] = \underline{0,607} \quad C_2 = 1,560$$

$$\kappa_{LT} = 1 / (\phi_{LT} + odmocnina(\phi_{LT}^2 - \lambda'^2_{LT})) = \underline{1,647} \quad C_3 = -0,860$$

$$\alpha_{LT} = 0,340$$

#### Interakční součinitele $k_{ij}$ :

$$k_{yy} = C_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,034} \quad \alpha_{sy} = 0,736$$

$$\leq C_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,039} \quad \alpha_{sz} = 0,193$$

$$k_{yy} = \underline{1,034} \quad C_{my} = 0,789$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = \underline{0,640} \quad C_{mz} = 0,354$$

$$k_{zy} = 1 - (((0,1 \cdot \lambda'_z) / (C_{mLT} - 0,25)) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{0,993} \quad C_{mLT} = 0,789$$

$$\geq 1 - (((0,1 / (C_{mLT} - 0,25)) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{0,991}$$

$$k_{zy} = \underline{0,993}$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,042}$$

$$\leq C_{mz} \cdot (1 + 1,4 \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,066}$$

$$k_{zz} = \underline{1,066}$$

#### Výpočet únosnosti v ohybu $M_{i,Rk}$ :

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = \underline{1709,325} \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = \underline{458,660} \text{ kNm}$$

#### Posouzení na ohyb a osový tlak:

$$(N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{yy} (M_{y,Ed} / (M_{y,Rk} / \gamma_{m1})) + (k_{yz} (M_{z,Ed} / (M_{z,Rk} / \gamma_{m1}))) = \leq 1,0$$

$$\underline{0,579} \leq 1,0$$

$$(N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{zy} (M_{y,Ed} / (M_{y,Rk} / \gamma_{m1})) + (k_{zz} (M_{z,Ed} / (M_{z,Rk} / \gamma_{m1}))) = \leq 1,0$$

$$\underline{0,562} \leq 1,0$$

#### Výpočet únosnosti ve smyku $V_{pl,Rd,i}$ :

$$V_{pl,Rd,z} = (A_{vz} \cdot (f_y / odmocnina(3))) / \gamma_{m0} = \underline{1840,945} \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd,y} = (A_{vy} \cdot (f_y / odmocnina(3))) / \gamma_{m0} = \underline{3443,317} \text{ kN}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

Posouzení na smyk:

$$V_{Ed,z}/V_{pl,Rd,z} \leq 1,0$$

$$0,114 \leq 1,0$$

$$V_{Ed,y}/V_{pl,Rd,y} \leq 1,0$$

$$0,001 \leq 1,0$$

Posouzení průhybu:

$$L = 8,300 \text{ m}$$

$$u_{lim} = L/250 = 34,583 \text{ mm}$$

$$u_z \leq u_{lim}$$

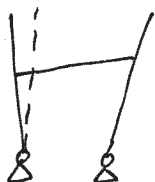
$$37,700 \leq 34,583 \text{ mm}$$

⇓  
NEVÝHODNĚ

PROTOŽE SE JEDNÁ O PŘEKROČENÍ LIMITNÍ HODNOTY  
PRŮHYBU VE VRCHOLU LOUPE, MŮŽETE TO ZANEHBAT !!!

Mz

KX

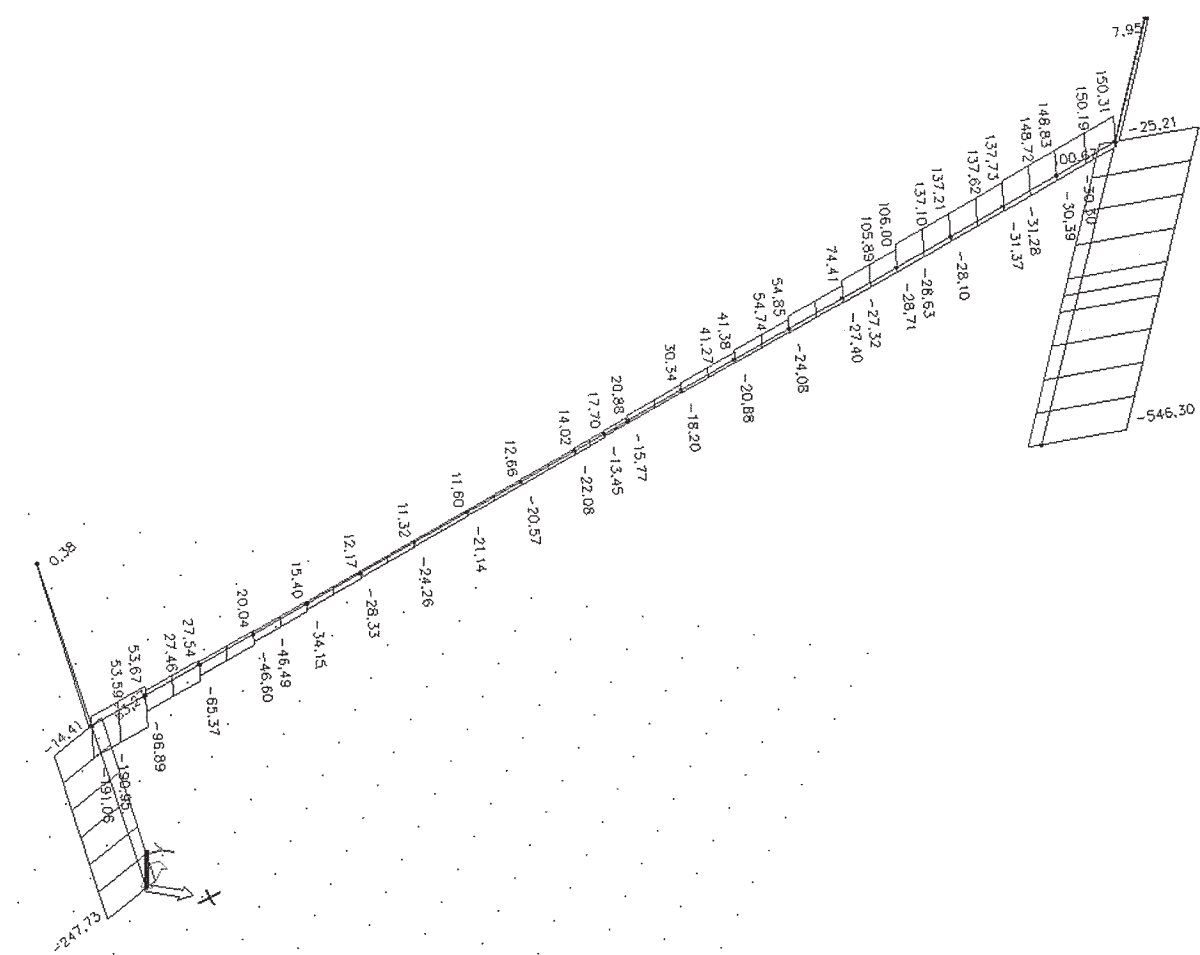


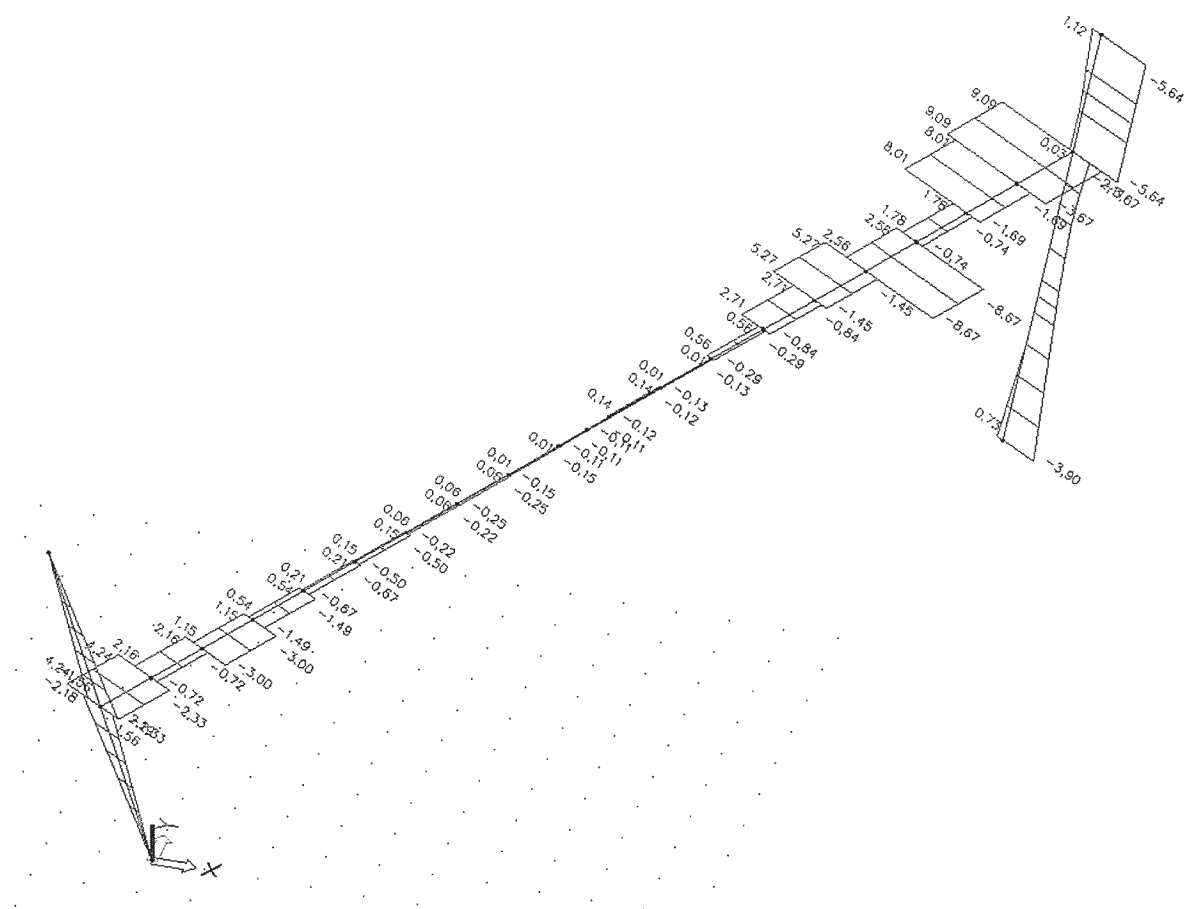
## D. STATICKÝ VÝPOČET

### 4.1.3 Rám v ose 4

Vnitřní síly:

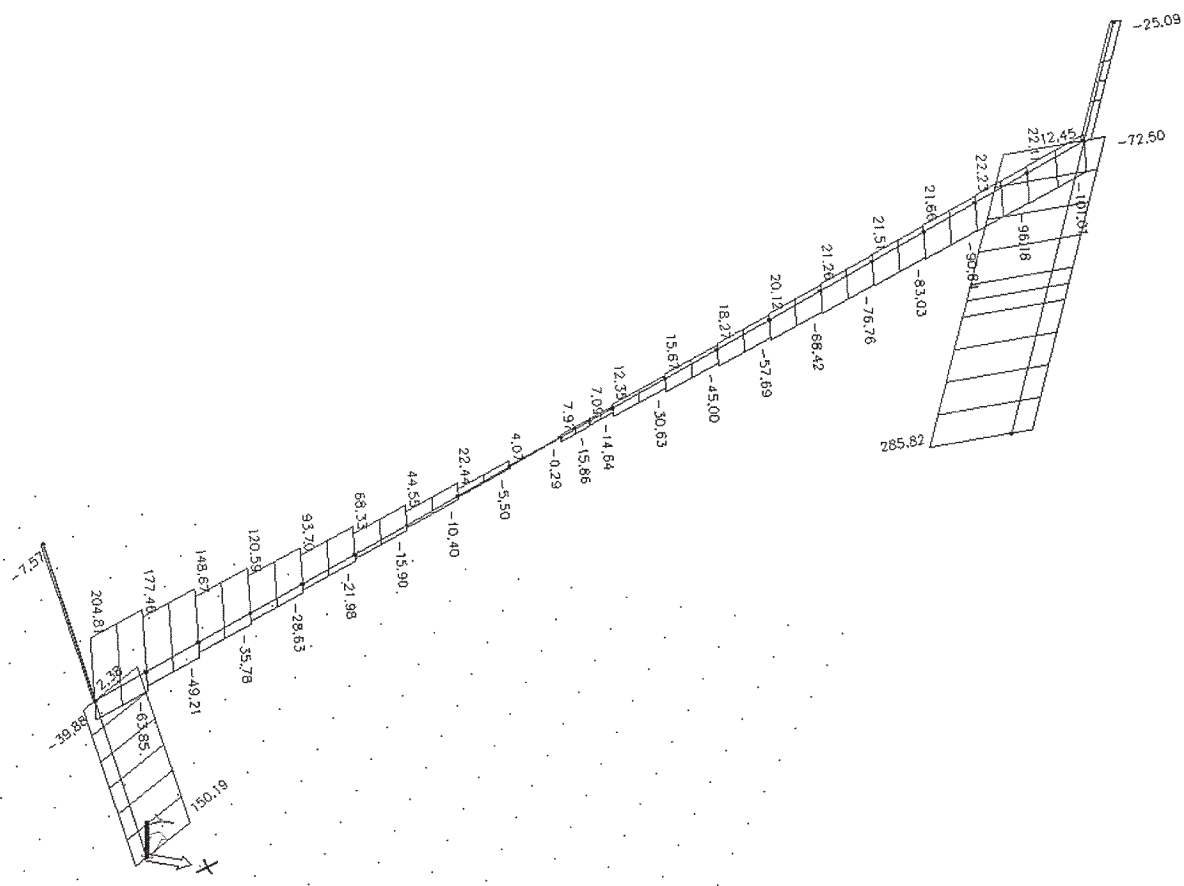
Rám v ose 4 – N



Rám v ose 4 –  $V_y$ 

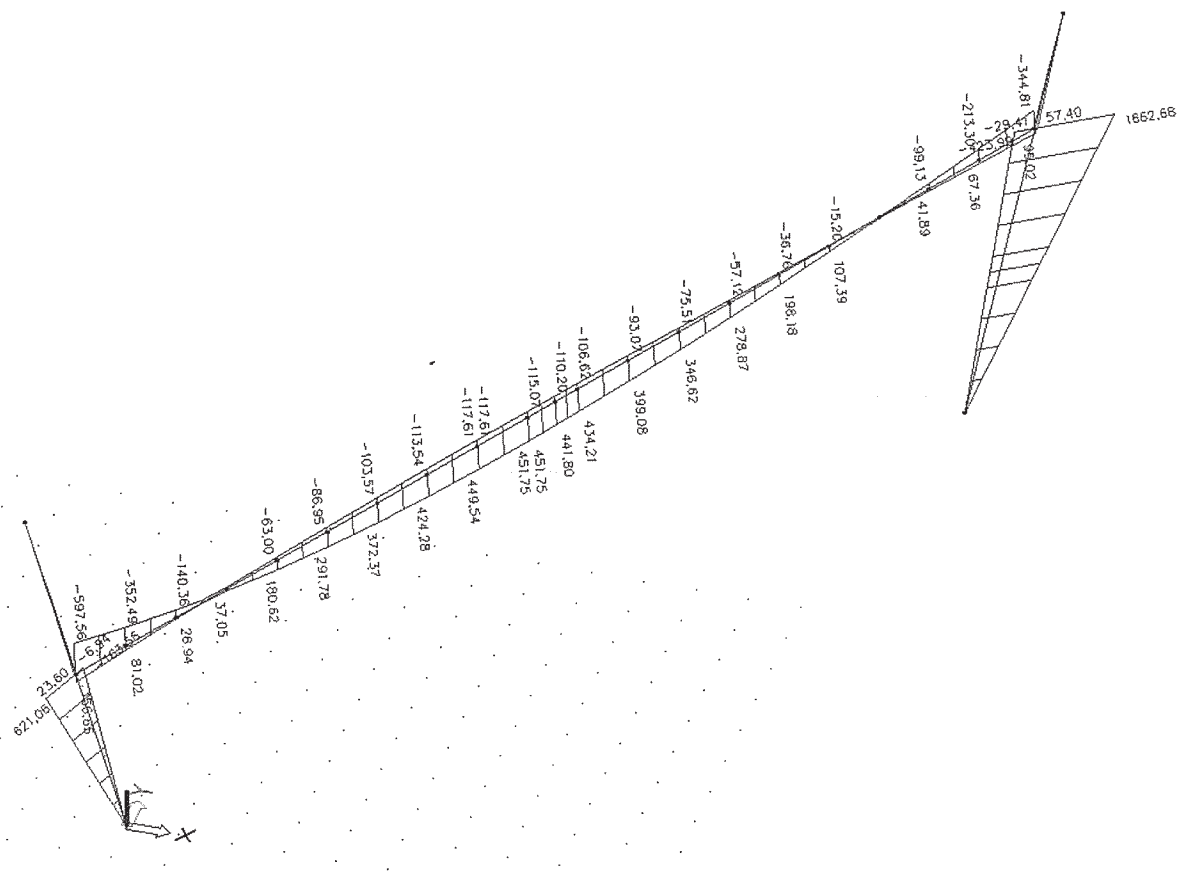
# D. STATICKÝ VÝPOČET

Rám v ose 4 –  $V_z$



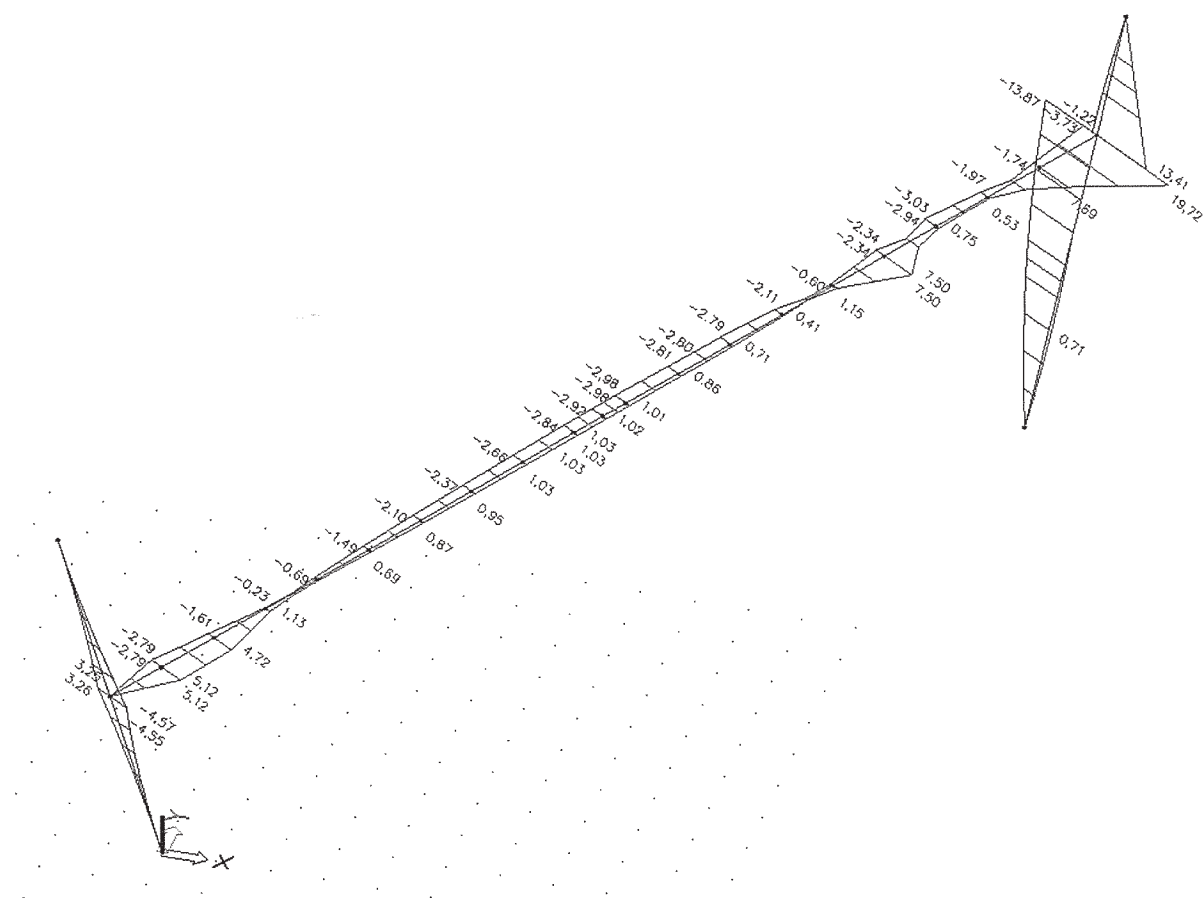
D. STATICKÝ VÝPOČET

Rám v ose 4 –  $M_y$



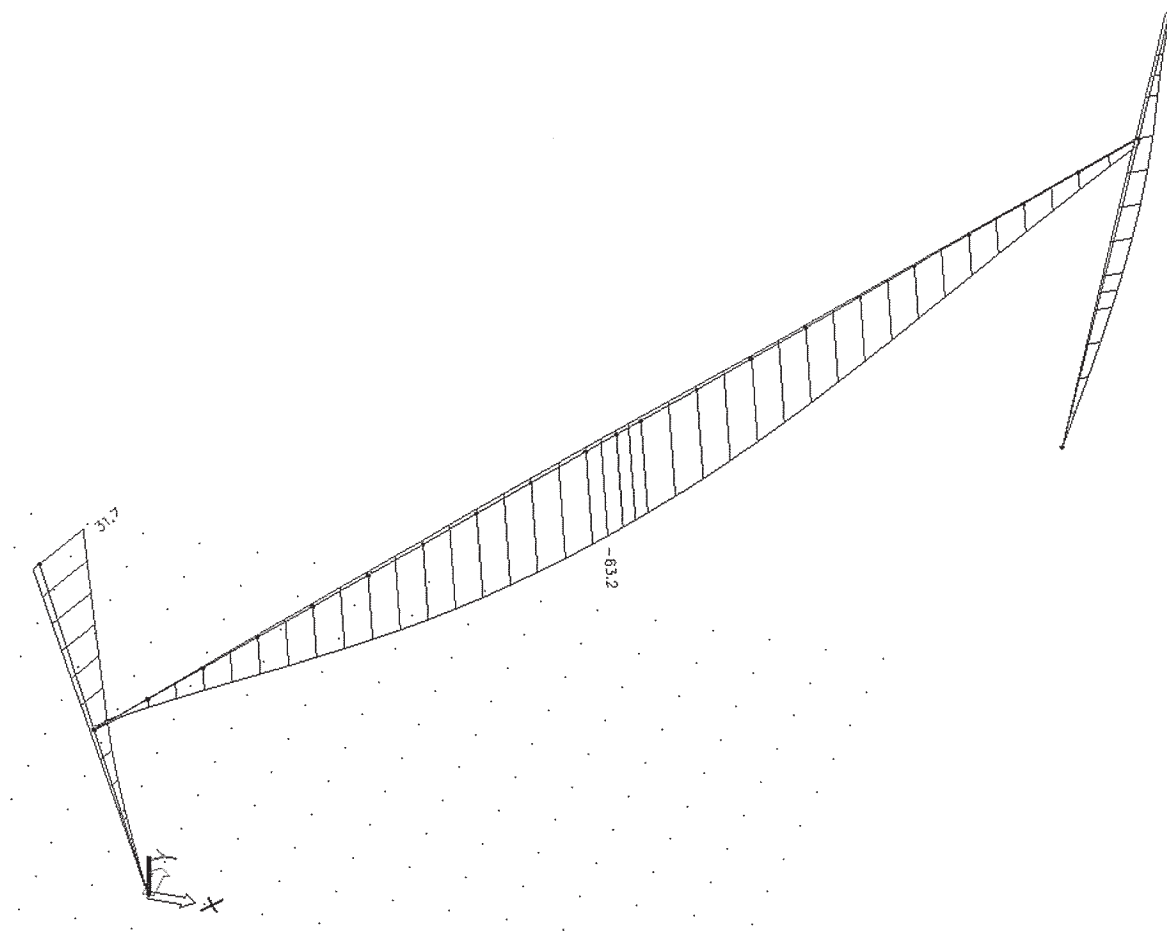
D. STATICKÝ VÝPOČET

Rám v ose 4 –  $M_z$



D. STATICKÝ VÝPOČET

Rám v ose 4 –  $u_z$





D. STATICKÝ VÝPOČET

POSOUZENÍ PRŮVLAKU V OSE 4

Zadání:

$L = 23,020$	m	$N_{Ed} = 191,060$	kN	$b = 300,000$	m
$A = 23860,000$	mm <sup>2</sup>	$V_{y,Ed} = 9,090$	kNm	$h = 500,000$	m
$I_y = 1072000000$	mm <sup>4</sup>	$V_{z,Ed} = 204,810$	kNm	$L_{cry} = 32,294$	m
$I_z = 126200000$	mm <sup>4</sup>	$M_{y,Ed} = 597,560$	kNm	$L_{crz} = 1,200$	m
$i_y = 212,000$	mm	$M_{z,Ed} = 19,720$	kNm	$L_{cro} = 1,200$	m
$i_z = 72,700$	mm	$\gamma_{m1} = 1,000$	m <sup>4</sup>	$W_{y,pl} = 4815000$	mm <sup>2</sup>
$I_t = 5384000$	mm <sup>4</sup>	$E = 210000,000$	Mpa	$W_{z,pl} = 1292000$	mm <sup>2</sup>
$I_w = 7018000000000$	mm <sup>6</sup>	$G = 80700,000$	Mpa	$A_{vz} = 8982$	mm <sup>2</sup>
$u_z = 63,200$	mm	$\pi = 3,140$		$A_{vy} = 16800$	mm <sup>2</sup>
<u>HEB 500</u>		$f_y = 355,000$	Mpa	$f_u = 510,000$	Mpa

Výpočet štíhlosti:

$$\lambda_y = L_{cry}/i_y = \underline{152,330}$$

$$\lambda_z = L_{crz}/i_z = \underline{16,506}$$

$$\lambda_1 = 93,9.\text{odmocnina}(235/f_y) = \underline{76,399}$$

$$\lambda'_y = (\lambda_y/\lambda_1).\text{odmocnina}(\beta_A) = \underline{1,994}$$

$$\lambda'_z = (\lambda_z/\lambda_1).\text{odmocnina}(\beta_A) = \underline{0,216}$$

Výpočet součinitele  $\kappa$ :

$\phi_y = 0,5.[1 + \alpha(\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] = \underline{2,676}$	křivka	$\alpha$
$\phi_z = 0,5.[1 + \alpha(\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z] = \underline{0,526}$	y-y	a 0,210
$\kappa_y = 1/(\phi_y + \text{odmocnina}(\phi_y^2 - \lambda'^2_y)) = \underline{0,224}$	z-z	b 0,340
$\kappa_z = 1/(\phi_z + \text{odmocnina}(\phi_z^2 - \lambda'^2_z)) = \underline{0,994}$		

Výpočet únosnosti v tlaku  $N_{Rk}$ :

$$N_{Rk} = A.f_y = \underline{8470,300} \text{ kN}$$

Křivka klopení  $\kappa_{LT}$ :

$k_{wt} = (\pi/(k_w.L)).\text{odmocnina}((E.I_w)/(G.I_t)) = \underline{0,251}$	$k_y = 0,500$
$Z_g = Z_a - Z_s = \underline{0,000}$	$k_z = 1,000$
$\zeta_g = (\pi.Z_g/(k_z.L)).\text{odmocnina}((E.I_z)/(G.I_t)) = \underline{0,000}$	$k_w = 1,000$
$\zeta_g = (\pi.Z_g/(k_z.L)).\text{odmocnina}((E.I_z)/(G.I_t)) = \underline{0,000}$	$C_{1,0} = 2,580$

D. STATICKÝ VÝPOČET

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) = \underline{2,550} \quad C_{1,1} = 2,610$$

$$\mu_{cr} = (C_1/k_z)[(odm(1+k_{wt}^2 + (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2) - ((C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2)) = \underline{2,629} \quad z_a = 250,000 \text{ mm}$$

$$M_{cr} = odmocnina(E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)/L = \underline{1216976981,108} \quad z_s = 250,000 \text{ mm}$$

$$\lambda'_{LT} = odmocnina((W_y \cdot f_y)/M_{cr}) = \underline{1,185} \quad z_j = 0,000 \text{ mm}$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT}(\lambda'_{LT} - 0,2) + \lambda'^2_{LT}] = \underline{1,370} \quad C_2 = 1,560$$

$$\kappa_{LT} = 1/(\phi_{LT} + odmocnina(\phi_{LT}^2 - \lambda'^2_{LT})) = \underline{0,730} \quad C_3 = -0,860$$

$$\kappa_{LT}/2 = \underline{1,460} \quad \alpha_{LT} = 0,340$$

Interakční součinitele  $k_{ij}$ :

$$k_{yy} = C_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot (N_{Ed}/((k_y \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1}))) = \underline{1,181} \quad \alpha_{sy} = 0,736$$

$$\leq C_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot (N_{Ed}/((k_y \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1}))) = \underline{1,081} \quad \alpha_{sz} = 0,193$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = \underline{0,619} \quad C_{my} = 0,789$$

$$k_{zy} = 1 - (((0,1 \cdot \lambda'_z)/(C_{mLT} - 0,25)) \cdot (N_{Ed}/((k_z \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1}))) = \underline{0,999} \quad C_{mz} = 0,354$$

$$\geq 1 - ((0,1/(C_{mLT} - 0,25)) \cdot (N_{Ed}/((k_z \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1}))) = \underline{0,996} \quad C_{mLT} = 0,789$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot (N_{Ed}/((k_z \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1}))) = \underline{0,996} \quad k_{zy} = \underline{0,999}$$

$$\leq C_{my} \cdot (1 + 1,4 \cdot (N_{Ed}/((k_z \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1}))) = \underline{1,032} \quad k_{zz} = \underline{1,032}$$

Výpočet únosnosti v ohybu  $M_{i,Rk}$ :

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = \underline{1709,325} \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = \underline{458,660} \text{ kNm}$$

Posouzení na ohyb a osový tlak:

$$(N_{Ed}/((k_y \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1})) + (k_{yy}(M_{y,Ed}/(M_{y,Rk}/\gamma_{m1})) + (k_{yz}(M_{z,Ed}/((M_{z,Rk})/\gamma_{m1}))) = \leq 1,0$$

$$\underline{0,505} \leq \underline{1,0}$$

$$(N_{Ed}/((k_z \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1})) + (k_{zy}(M_{y,Ed}/(M_{y,Rk}/\gamma_{m1})) + (k_{zz}(M_{z,Ed}/((M_{z,Rk})/\gamma_{m1}))) = \leq 1,0$$

$$\underline{0,416} \leq \underline{1,0}$$

Výpočet únosnosti ve smyku  $V_{pl,Rd,i}$ :

$$V_{pl,Rd,z} = (A_{vz} \cdot (f_y/odmocnina(3)))/\gamma_{m0} = \underline{1840,945} \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd,y} = (A_{vy} \cdot (f_y/odmocnina(3)))/\gamma_{m0} = \underline{3443,317} \text{ kN}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

Posouzení na smyk:

$$V_{Ed,z}/V_{pl,Rd,z} \leq 1,0$$

$$0,111 \leq 1,0$$

$$V_{Ed,y}/V_{pl,Rd,y} \leq 1,0$$

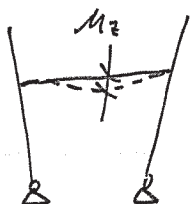
$$0,003 \leq 1,0$$

Posouzení průhybu:

$$u_{lim} = L/250 \quad \underline{92,080} \quad \text{mm}$$

$$u_z \leq u_{lim}$$

$$63,200 \leq 92,080 \quad \text{mm}$$



D. STATICKÝ VÝPOČET

POSOUZENÍ SLOUPU V OSE 4

Zadání:

$L = 5,540$	m	$N_{Ed} = 546,300$	kN	$b = 300,000$	m
$A = 27000,000$	mm <sup>2</sup>	$V_{y,Ed} = 5,640$	kNm	$h = 600,000$	m
$I_y = 1710000000$	mm <sup>4</sup>	$V_{z,Ed} = 285,840$	kNm	$L_{cry} = 14,500$	m
$I_z = 135300000$	mm <sup>4</sup>	$M_{y,Ed} = 1662,680$	kNm	$L_{crz} = 4,546$	m
$i_y = 251,700$	mm	$M_{z,Ed} = 13,810$	kNm	$L_{crw} = 4,546$	m
$i_z = 70,800$	mm	$\gamma_{m1} = 1,000$	m <sup>4</sup>	$W_{y,pl} = 6425000$	mm <sup>2</sup>
$I_t = 6672000$	mm <sup>4</sup>	$E = 210000,000$	Mpa	$W_{z,pl} = 1391000$	mm <sup>2</sup>
$I_w = 10970000000000$	mm <sup>6</sup>	$G = 80700,000$	Mpa	$A_{vz} = 11080$	mm <sup>2</sup>
$u_z = 31,700$	mm	$\pi = 3,140$		$A_{vy} = 16800$	mm <sup>2</sup>
<u>HEB 600</u>		$f_y = 355,000$	Mpa	$f_u = 510,000$	Mpa

Výpočet štíhlosti:

$\lambda_y =$	$L_{cry}/i_y =$	<u>57,608</u>
$\lambda_z =$	$L_{crz}/i_z =$	<u>64,209</u>
$\lambda_1 =$	$93,9 \cdot \text{odmocnina}(235/f_y) =$	<u>76,399</u>
$\lambda'_y =$	$(\lambda_y/\lambda_1) \cdot \text{odmocnina}(\beta_A) =$	<u>0,754</u>
$\lambda'_z =$	$(\lambda_z/\lambda_1) \cdot \text{odmocnina}(\beta_A) =$	<u>0,840</u>

Výpočet součinitele  $\kappa$ :

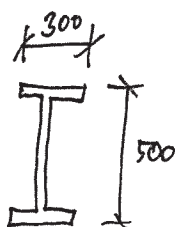
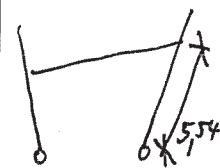
$\phi_y =$	$0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] =$	<u>0,842</u>		křivka	$\alpha$
$\phi_z =$	$0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z] =$	<u>0,962</u>	y-y	a	0,210
$\kappa_y =$	$1/(\phi_y + \text{odmocnina}(\phi_y^2 - \lambda'^2_y)) =$	<u>0,821</u>	z-z	b	0,340
$\kappa_z =$	$1/(\phi_z + \text{odmocnina}(\phi_z^2 - \lambda'^2_z)) =$	<u>0,699</u>			

Výpočet únosnosti v tlaku  $N_{Rk}$ :

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = \underline{9585,000} \text{ kN}$$

Křivka klopení  $\kappa_{LT}$ :

$k_{wt} =$	$(\pi/(k_w \cdot L) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_w)/(G \cdot I_t))) =$	<u>1,172</u>	$k_y =$	0,500
$Z_g =$	$Z_a - Z_s =$	<u>0,000</u>	$k_z =$	1,000
$\zeta_g =$	$(\pi \cdot Z_g/(k_z \cdot L) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_z)/(G \cdot I_t))) =$	<u>0,000</u>	$k_w =$	1,000
$\zeta_g =$	$(\pi \cdot Z_j/(k_z \cdot L) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_z)/(G \cdot I_t))) =$	<u>0,000</u>	$C_{1,0} =$	2,580



let BRÁNO z  
PROB. SCIA  
ENGINEER

**D. STATICKÝ VÝPOČET**

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) = \underline{2,550} \quad C_{1,1} = 2,610$$

$$\mu_{cr} = (C_1/k_z)[(odm(1+k_{wt}^2 + (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2) - ((C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2) = \underline{3,929} \quad z_a = 250,000 \text{ mm}$$

$$M_{cr} = odmocnina(E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t) / L = \underline{8710979376,358} \quad z_s = 250,000 \text{ mm}$$

$$\lambda'_{LT} = odmocnina((W_y \cdot f_y) / M_{cr}) = \underline{0,512} \quad z_j = 0,000 \text{ mm}$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT}(\lambda'_{LT} - 0,2) + \lambda'^2_{LT}] = \underline{0,684} \quad C_2 = 1,560$$

$$\kappa_{LT} = 1 / (\phi_{LT} + odmocnina(\phi_{LT}^2 - \lambda'^2_{LT})) = \underline{1,462} \quad C_3 = -0,860$$

$$\alpha_{LT} = 0,340$$

**Interakční součinitele  $k_{ij}$ :**

$$k_{yy} = C_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,038} \quad \alpha_{sy} = 0,736$$

$$\leq C_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,056} \quad \alpha_{sz} = 0,193$$

$$k_{yy} = \underline{1,038} \quad C_{my} = 0,789$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = \underline{0,668} \quad C_{mz} = 0,354$$

$$k_{zy} = 1 - (((0,1 \cdot \lambda'_z) / (C_{mLT} - 0,25)) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{0,987} \quad C_{mLT} = 0,789$$

$$\geq 1 - ((0,1 / (C_{mLT} - 0,25)) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{0,985}$$

$$k_{zy} = \underline{0,987}$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,088}$$

$$\leq C_{my} \cdot (1 + 1,4 \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,114}$$

$$k_{zz} = \underline{1,114}$$

**Výpočet únosnosti v ohybu  $M_{i,Rk}$ :**

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = \underline{2280,875} \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = \underline{493,805} \text{ kNm}$$

**Posouzení na ohyb a osový tlak:**

$$(N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{yy} (M_{y,Ed} / (M_{y,Rk} / \gamma_{m1})) + (k_{yz} (M_{z,Ed} / ((M_{z,Rk}) / \gamma_{m1}))) = \leq 1,0$$

$$\underline{0,845} \leq 1,0$$

$$(N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{zy} (M_{y,Ed} / (M_{y,Rk} / \gamma_{m1})) + (k_{zz} (M_{z,Ed} / ((M_{z,Rk}) / \gamma_{m1}))) = \leq 1,0$$

$$\underline{0,832} \leq 1,0$$

**Výpočet únosnosti ve smyku  $V_{pl,Rd,i}$ :**

$$V_{pl,Rd,z} = (A_{vz} \cdot (f_y / odmocnina(3))) / \gamma_{m0} = \underline{2270,950} \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd,y} = (A_{vy} \cdot (f_y / odmocnina(3))) / \gamma_{m0} = \underline{3443,317} \text{ kN}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

Posouzení na smyk:

$$V_{Ed,z}/N_{pl,Rd,z} \leq 1,0$$

$$0,126 \leq 1,0$$

$$V_{Ed,y}/N_{pl,Rd,y} \leq 1,0$$

$$0,002 \leq 1,0$$

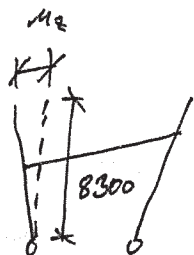
Posouzení průhybu:

$$L = 8,3 \text{ m}$$

$$u_{lim} = L/250 = \underline{33,200} \text{ mm}$$

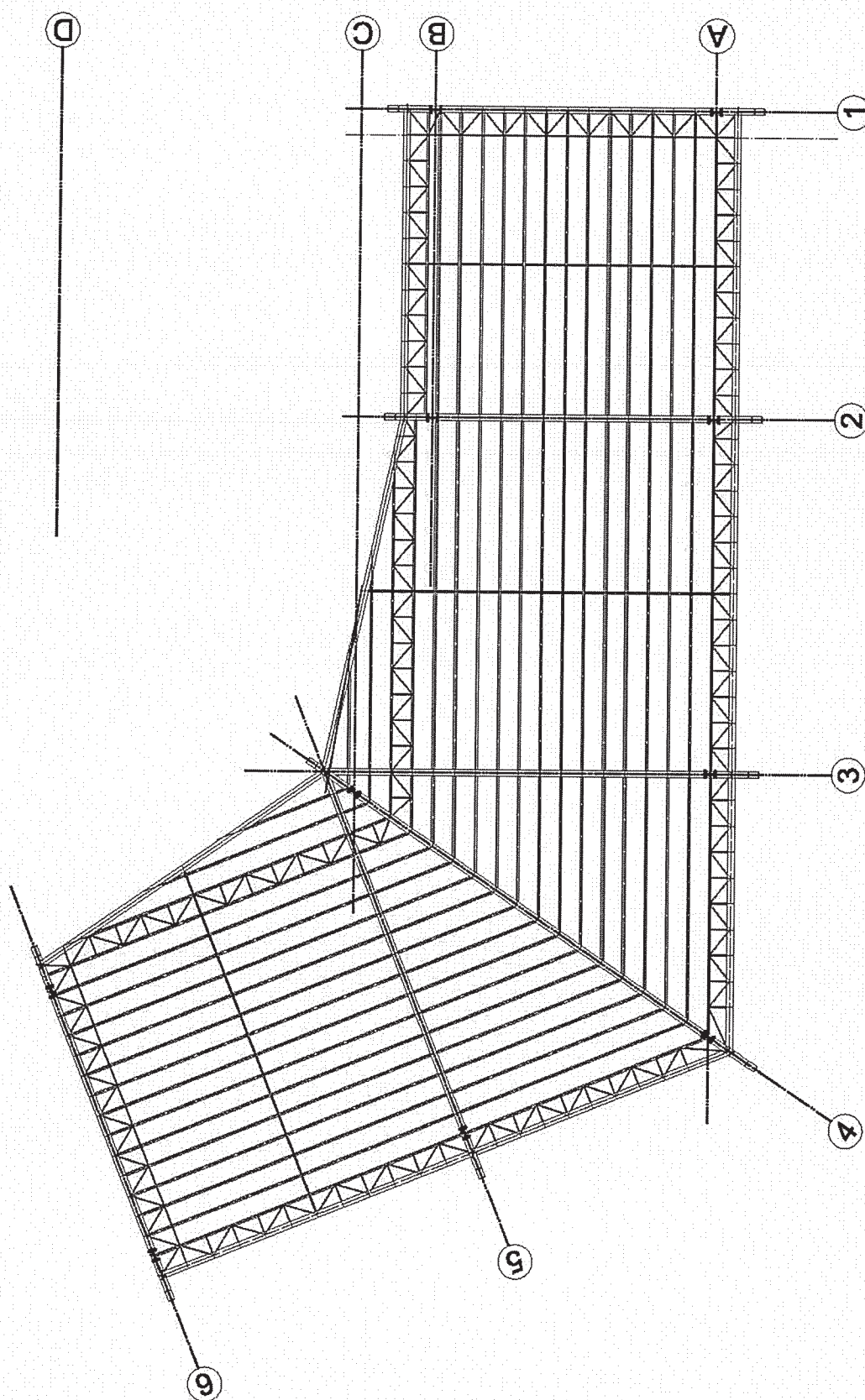
$$u_z \leq u_{lim}$$

$$31,700 \leq 33,200 \text{ mm}$$



D. STATICKÝ VÝPOČET

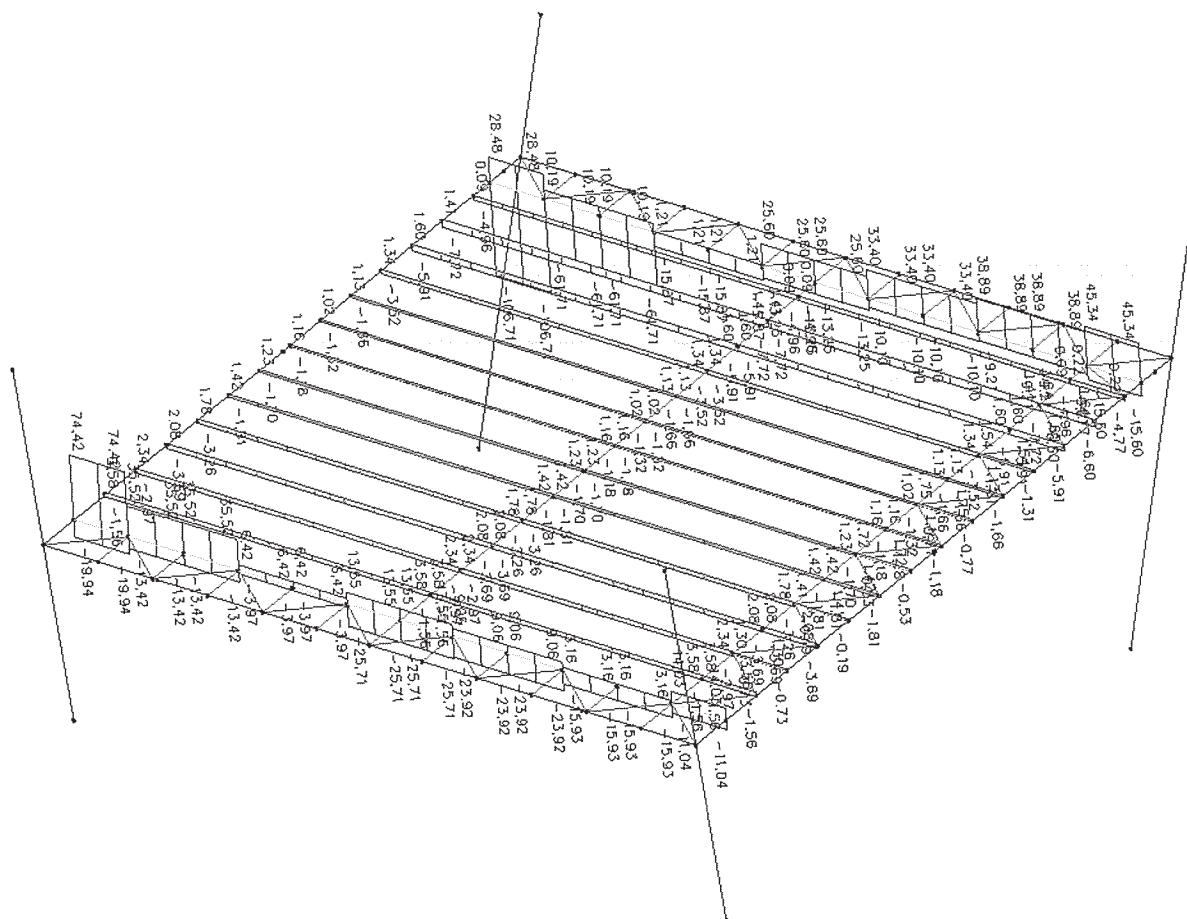
## 4.2 Střešní vaznice



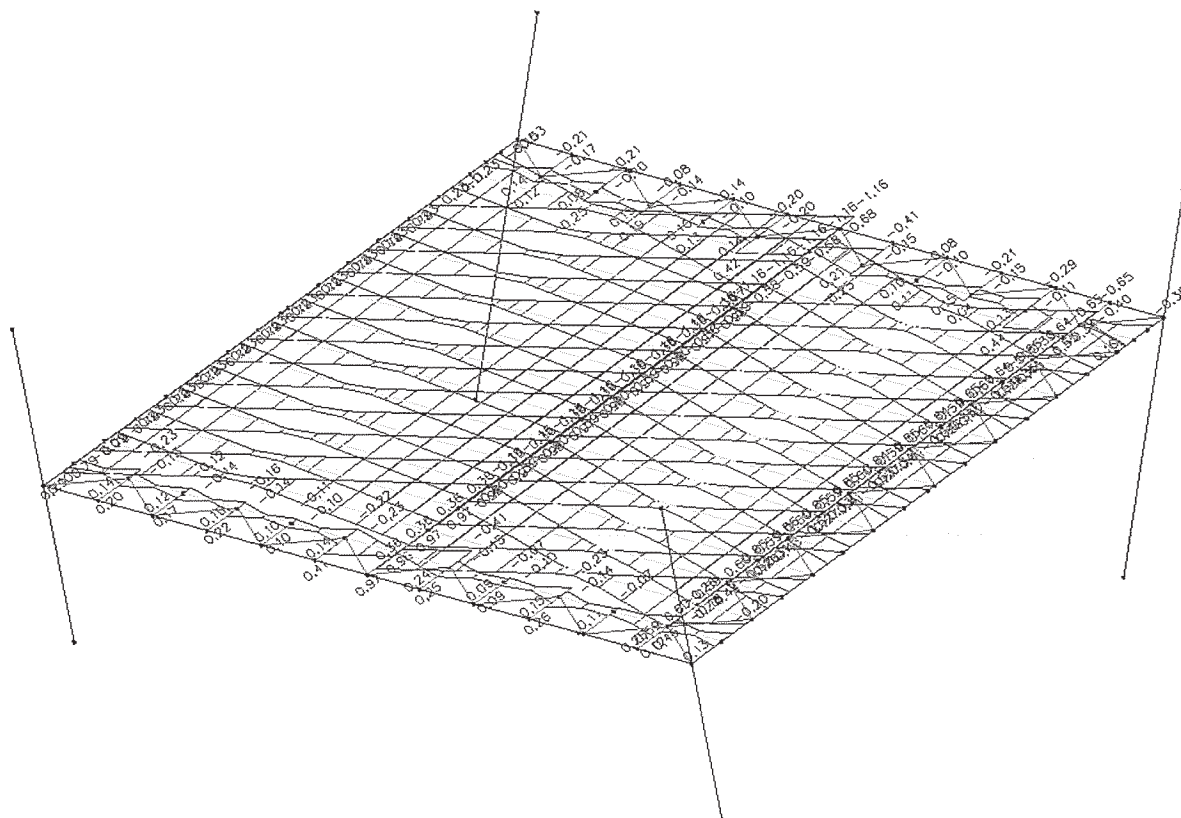
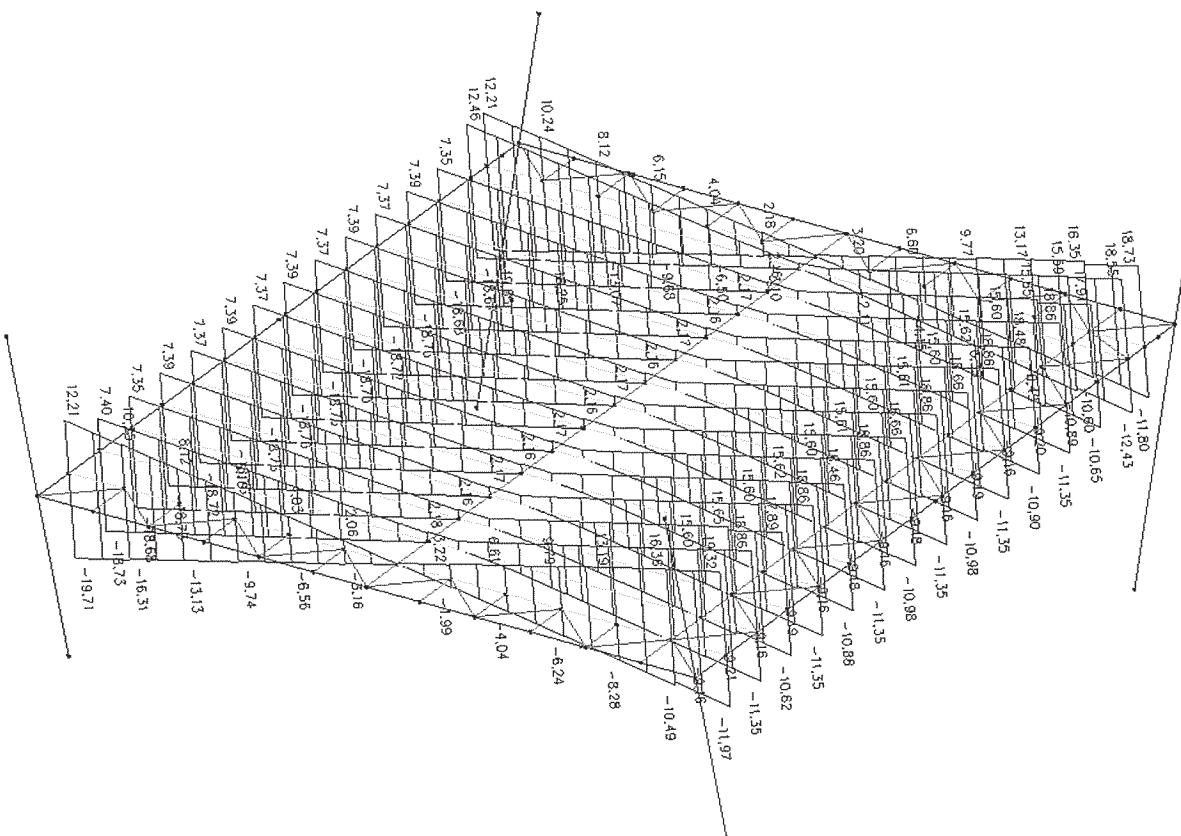


#### 4.2.1 Vaznice mezi osami 1 a 2

N

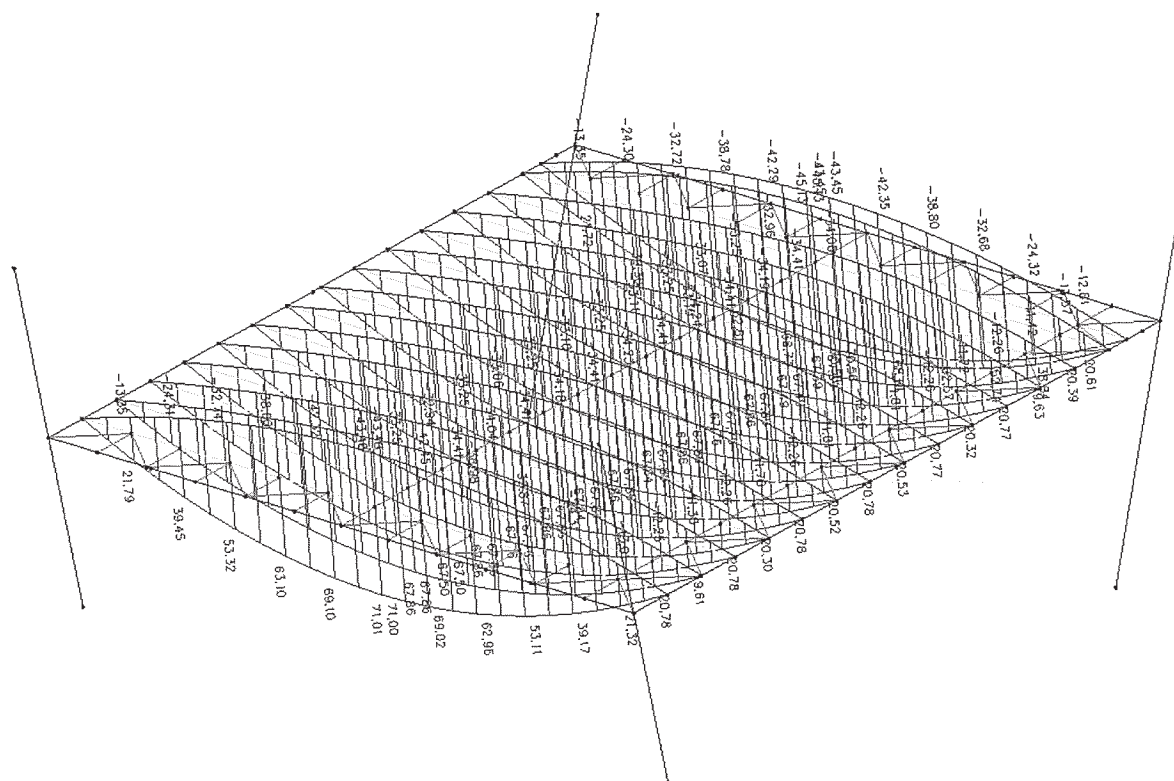




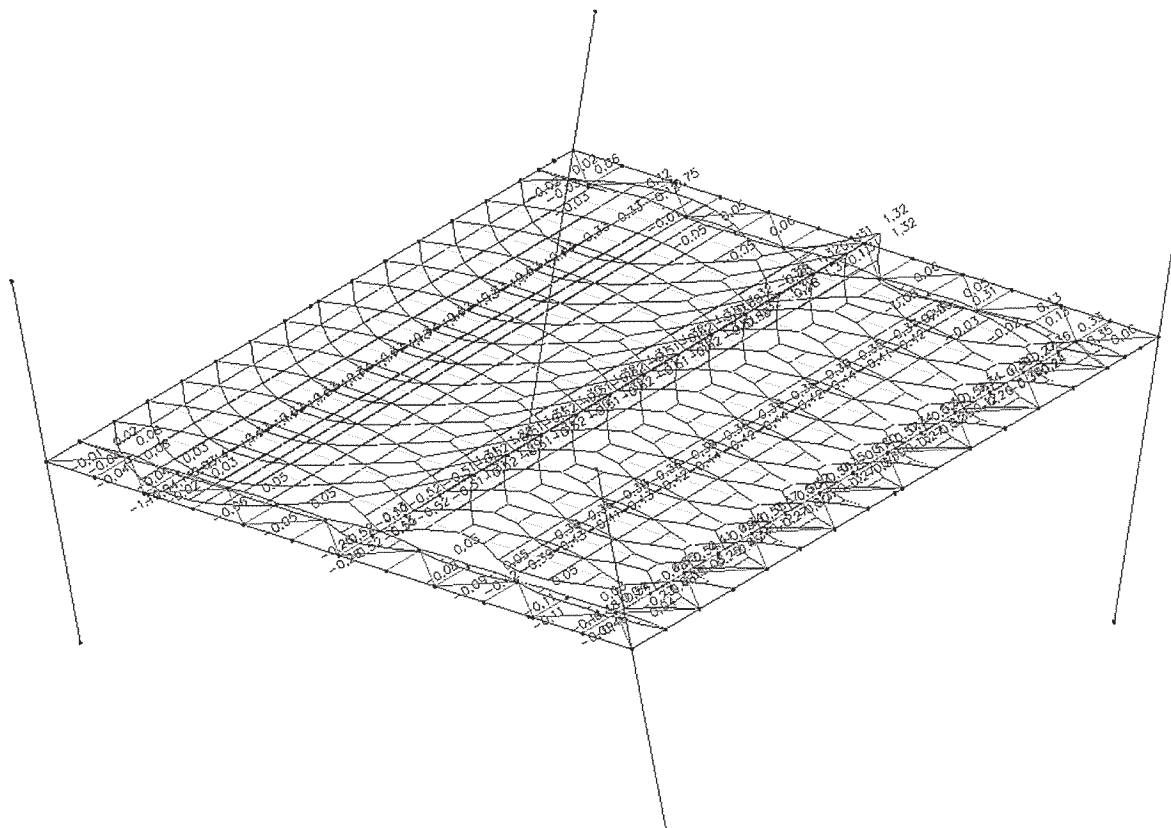
$V_y$  $V_z$ 

D. STATICKÝ VÝPOČET

$M_y$

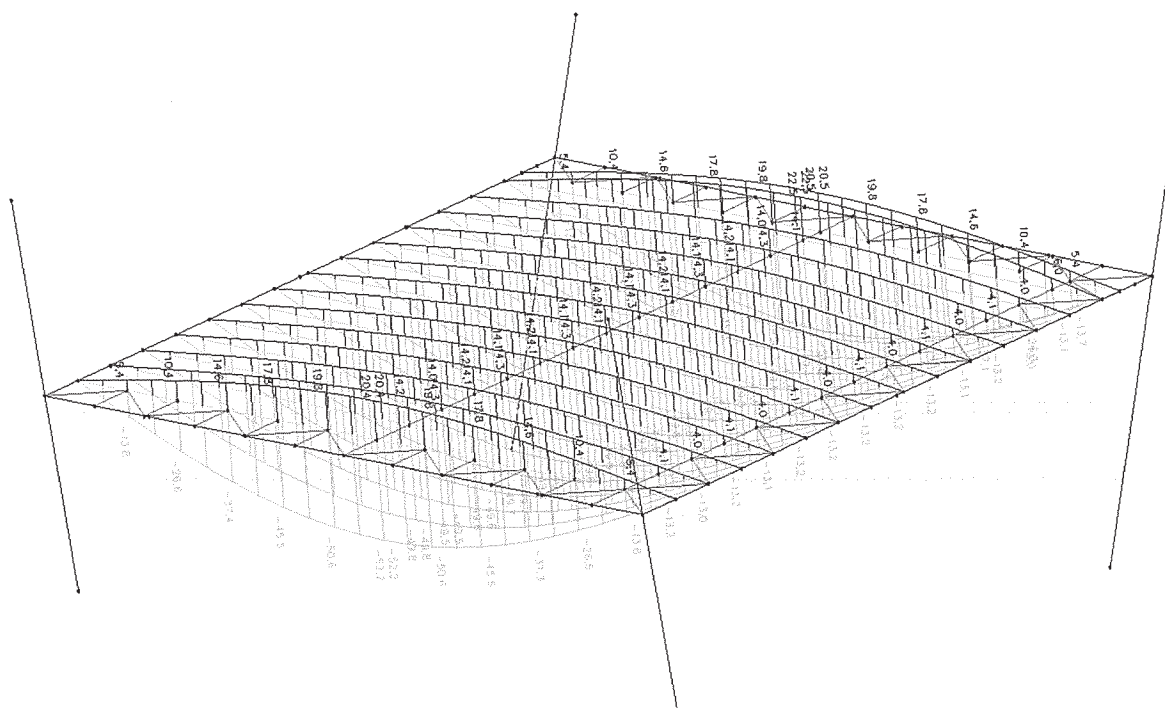


$M_y$



# D. STATICKÝ VÝPOČET

$U_z$



D. STATICKÝ VÝPOČET

POSOUZENÍ VAZNICE MEZI RÁMY 1 a 2

Zadání:

$L = 14,334$	m	$N_{Ed} = 106,710$	kN	$b = 149,000$	m
$A = 8670,000$	mm <sup>2</sup>	$V_{y,Ed} = 1,160$	kNm	$h = 380,000$	m
$I_y = 157100000$	mm <sup>4</sup>	$V_{z,Ed} = 19,710$	kNm	$L_{cry} = 14,334$	m
$I_z = 6740000$	mm <sup>4</sup>	$M_{y,Ed} = 71,010$	kNm	$L_{crz} = 7,167$	m
$i_y = 135,000$	mm	$M_{z,Ed} = 1,320$	kNm	$L_{crw} = 7,167$	m
$i_z = 28,000$	mm	$\gamma_{m1} = 1,000$	m <sup>4</sup>	$W_{y,pl} = 1080000$	mm <sup>2</sup>
$I_t = 904000$	mm <sup>4</sup>	$E = 210000,000$	Mpa	$W_{z,pl} = 166200$	mm <sup>2</sup>
$I_w = 205750000000$	mm <sup>6</sup>	$G = 80700,000$	Mpa	$A_{vz} = 4166$	mm <sup>2</sup>
$u_z = 52,200$	mm	$\pi = 3,140$		$A_{vy} = 3671$	mm <sup>2</sup>
$I_{340}$		$f_y = 355,000$	Mpa	$f_u = 510,000$	Mpa

Výpočet štíhlosti:

$\lambda_y = L_{cry}/i_y =$	<b>106,178</b>
$\lambda_z = L_{crz}/i_z =$	<b>255,964</b>
$\lambda_1 = 93,9 \cdot \text{odmocnina}(235/f_y) =$	<b>76,399</b>
$\lambda'_y = (\lambda_y/\lambda_1) \cdot \text{odmocnina}(\beta_A) =$	<b>1,390</b>
$\lambda'_z = (\lambda_z/\lambda_1) \cdot \text{odmocnina}(\beta_A) =$	<b>3,350</b>

Výpočet součinitele  $\kappa$ :

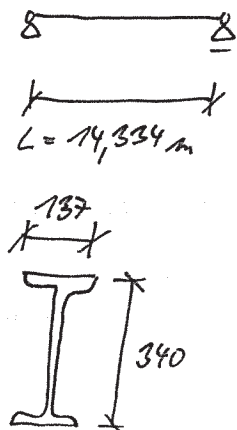
$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] =$	<b>1,591</b>	křivka	$\alpha$
$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z] =$	<b>6,648</b>	y-y	a 0,210
$\kappa_y = 1/(\phi_y + \text{odmocnina}(\phi_y^2 - \lambda'^2_y)) =$	<b>0,423</b>	z-z	b 0,340
$\kappa_z = 1/(\phi_z + \text{odmocnina}(\phi_z^2 - \lambda'^2_z)) =$	<b>0,081</b>		

Výpočet únosnosti v tlaku  $N_{Rk}$ :

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = \mathbf{3077,850 \text{ kN}}$$

Křivka klopení  $\kappa_{LT}$ :

$k_{wt} = (\pi/(k_w \cdot L)) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_w)/(G \cdot I_t)) =$	<b>0,674</b>	$k_y = 1,000$
$Z_g = Z_a - Z_s =$	<b>0,000</b>	$k_z = 0,500$
$\zeta_g = (\pi \cdot Z_g/(k_z \cdot L)) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_z)/(G \cdot I_t)) =$	<b>0,000</b>	$k_w = 0,500$
$\zeta_g = (\pi \cdot Z_g/(k_z \cdot L)) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_z)/(G \cdot I_t)) =$	<b>0,000</b>	$C_{1,0} = 0,950$



DOPORUČENÁ  
LIMITNÍ HODNOTA  
 $\lambda_z = 200$  (Z NORMY)  
BYLA PŘEKROČENA,  
PROTOŽE VŠAK PŘI  
POSOUZOVÁNÍ BYL  
ROZHODUVÍCÍ  
PRŮMYB  $m_z$ , CZE  
TO PŘIPUSTIT !!!

D. STATICKÝ VÝPOČET

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) = \underline{0,930} \quad C_{1,1} = 0,970$$

$$\mu_{cr} = (C_1/k_z)[(odm(1+k_{wt}^2 + (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2) - ((C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2)] = \underline{2,243} \quad z_a = 150,000 \text{ mm}$$

$$M_{cr} = \text{dmocnina}(E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t) / L = \underline{315833520,292} \quad z_s = 150,000 \text{ mm}$$

$$\lambda'_{LT} = \text{odmocnina}((W_y \cdot f_y) / M_{cr}) = \underline{1,102} \quad z_j = 0,000 \text{ mm}$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT}(\lambda'_{LT} - 0,2) + \lambda'^2_{LT}] = \underline{1,283} \quad C_2 = 0,310$$

$$\kappa_{LT} = 1 / (\phi_{LT} + \text{odmocnina}(\phi_{LT}^2 - \lambda'^2_{LT})) = \underline{0,780} \quad C_3 = 0,670$$

$$\alpha_{LT} = 0,390$$

Interakční součinitele  $k_{ij}$ :

$$k_{yy} = C_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,098} \quad \alpha_h = 0,000$$

$$\leq C_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,066} \quad C_{my} = 0,950$$

$$k_{yy} = \underline{1,066} \quad C_{mz} = 0,950$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = \underline{0,961} \quad C_{mLT} = 0,950$$

$$k_{zy} = 1 - (((0,1 \cdot \lambda'_z) / (C_{mLT} - 0,25)) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{0,794}$$

$$\geq 1 - ((0,1 / (C_{mLT} - 0,25)) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{0,939}$$

$$k_{zy} = \underline{0,939}$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{3,621}$$

$$\leq C_{my} \cdot (1 + 1,4 \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,601}$$

$$k_{zz} = \underline{1,601}$$

Výpočet únosnosti v ohybu  $M_{i,Rk}$ :

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = \underline{383,400} \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = \underline{59,001} \text{ kNm}$$

Posouzení na ohyb a osový tlak:

$$(N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{yy} (M_{y,Ed} / ((\kappa_{LT} \cdot M_{y,Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{yz} (M_{z,Ed} / ((M_{z,Rk}) / \gamma_{m1}))) = \leq 1,0$$

$$\underline{0,357} \leq 1,0$$

$$(N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{zy} (M_{y,Ed} / ((\kappa_{LT} \cdot M_{y,Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{zz} (M_{z,Ed} / ((M_{z,Rk}) / \gamma_{m1}))) = \leq 1,0$$

$$\underline{0,688} \leq 1,0$$

Výpočet únosnosti ve smyku  $V_{pl,Rd,i}$ :

$$V_{pl,Rd,z} = (A_{vz} \cdot (f_y / \text{odmocnina}(3))) / \gamma_{m0} = \underline{853,861} \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd,y} = (A_{vy} \cdot (f_y / \text{odmocnina}(3))) / \gamma_{m0} = \underline{752,406} \text{ kN}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

Posouzení na smyk:

$$V_{Ed,z}/N_{pl,Rd,z} \leq 1,0$$

$$0,023 \leq 1,0$$

$$V_{Ed,y}/N_{pl,Rd,y} \leq 1,0$$

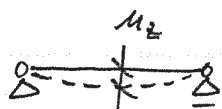
$$0,002 \leq 1,0$$

Posouzení průhybu:

$$u_{lim} = L/250 \quad \underline{57,336} \quad \text{mm}$$

$$u_z \leq u_{lim}$$

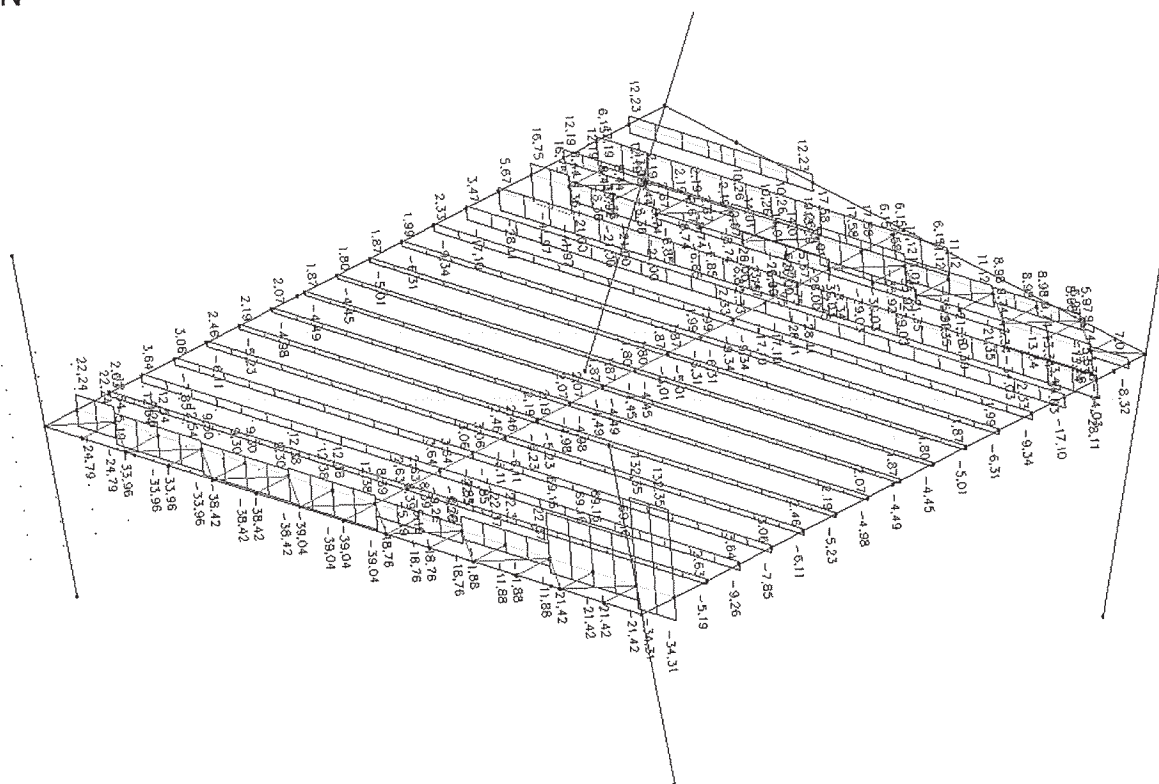
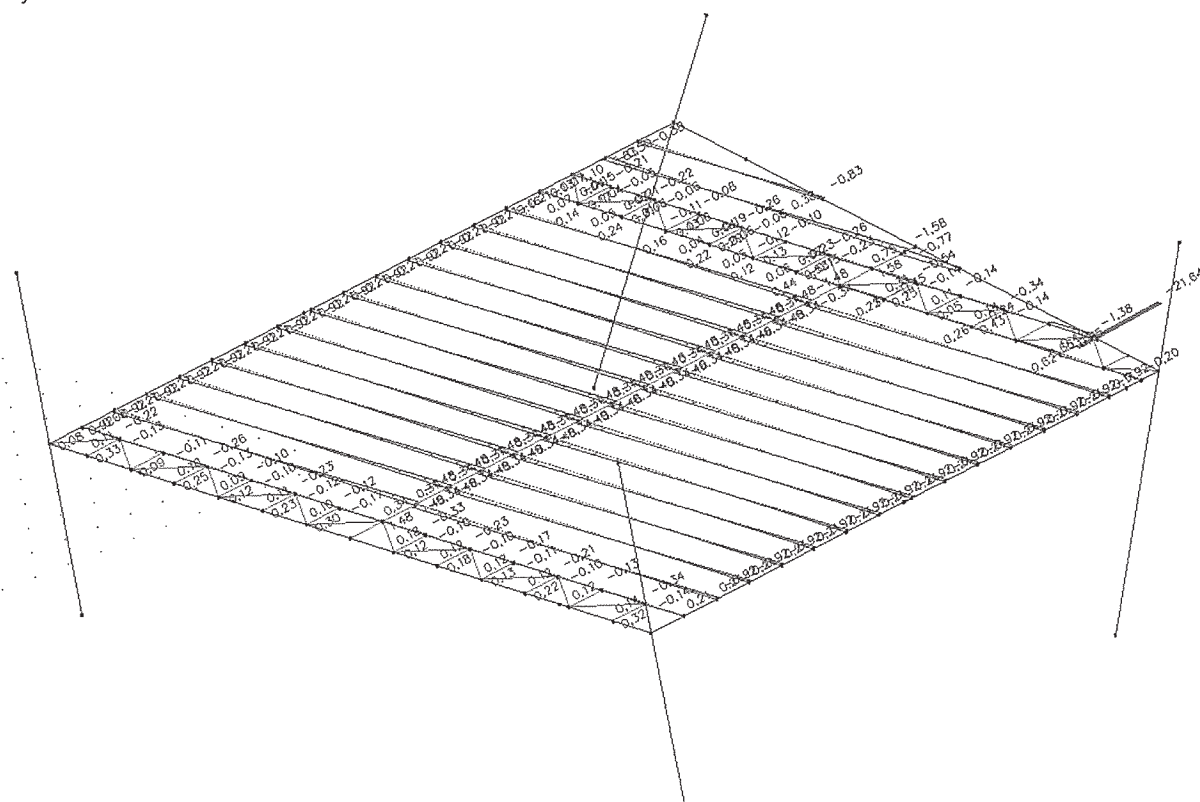
$$52,200 \leq 57,336 \quad \text{mm}$$





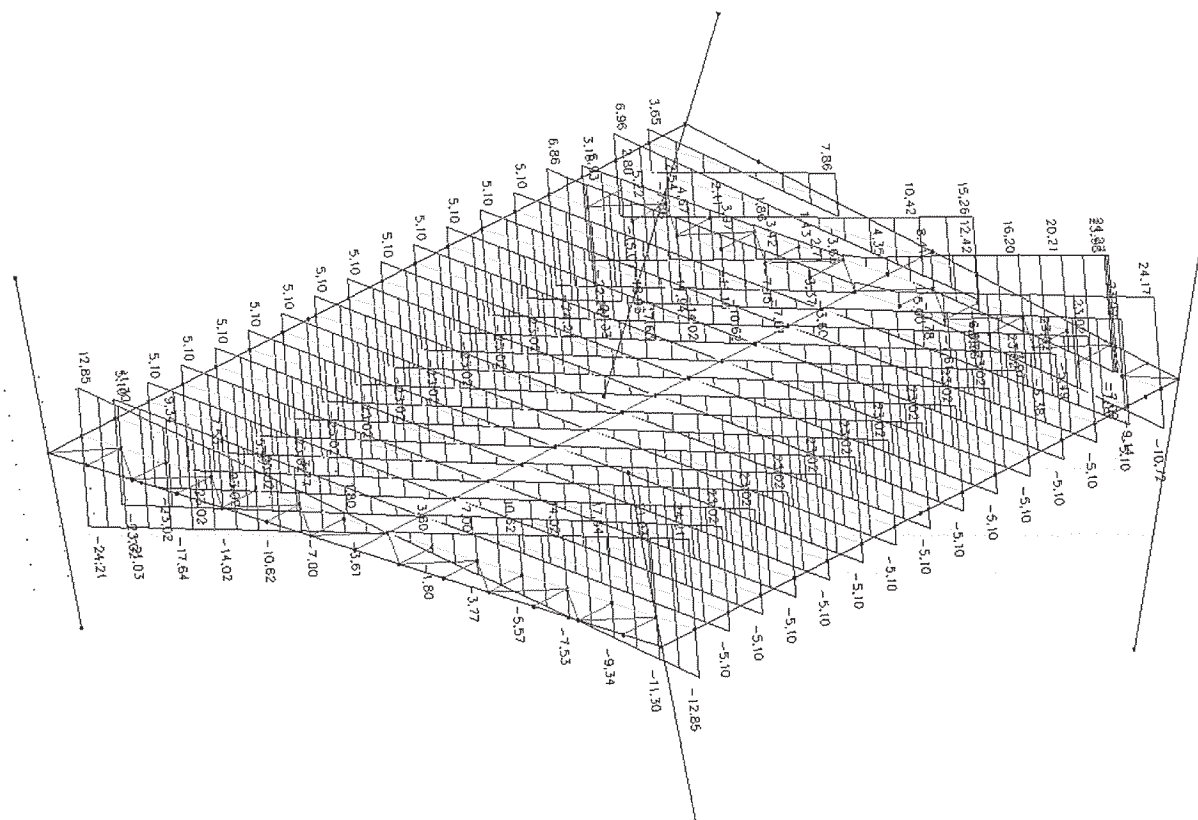
#### 4.2.2 Vaznice mezi osami 2 a 3

N

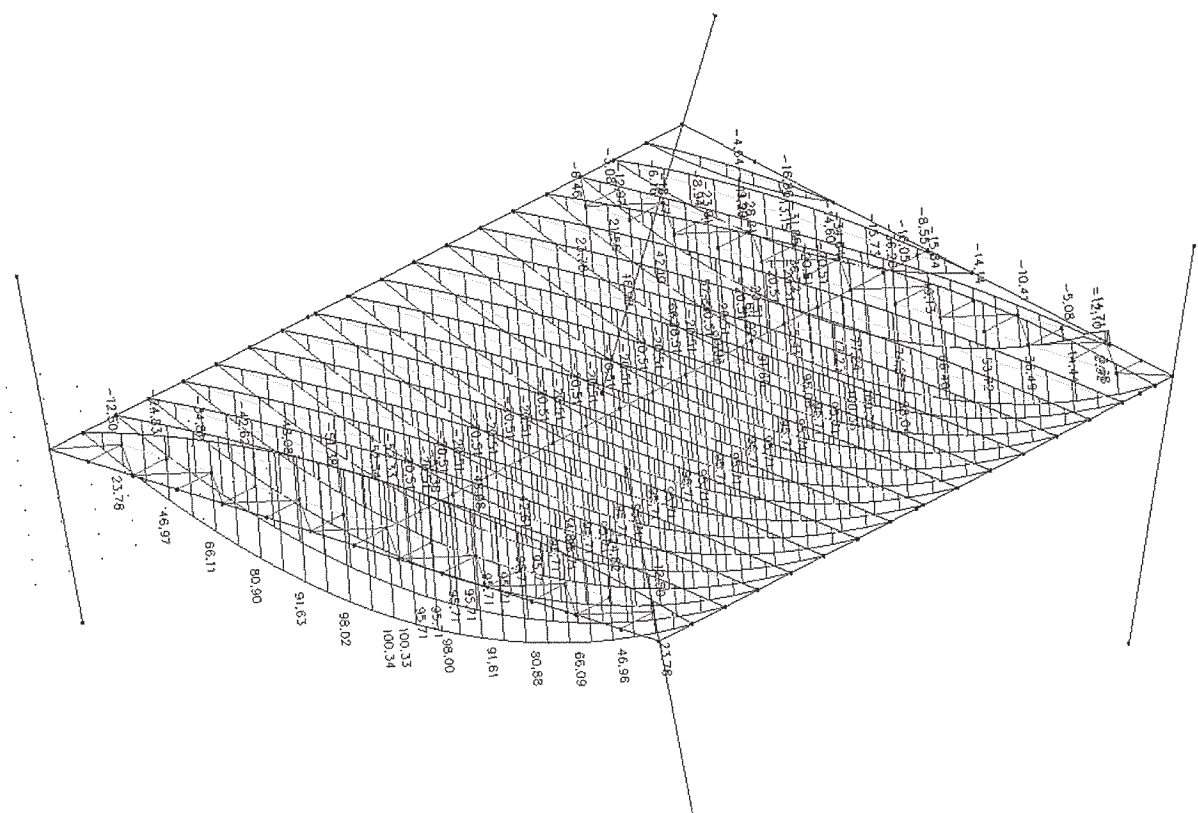

$$V_y$$


D. STATICKÝ VÝPOČET

$V_z$



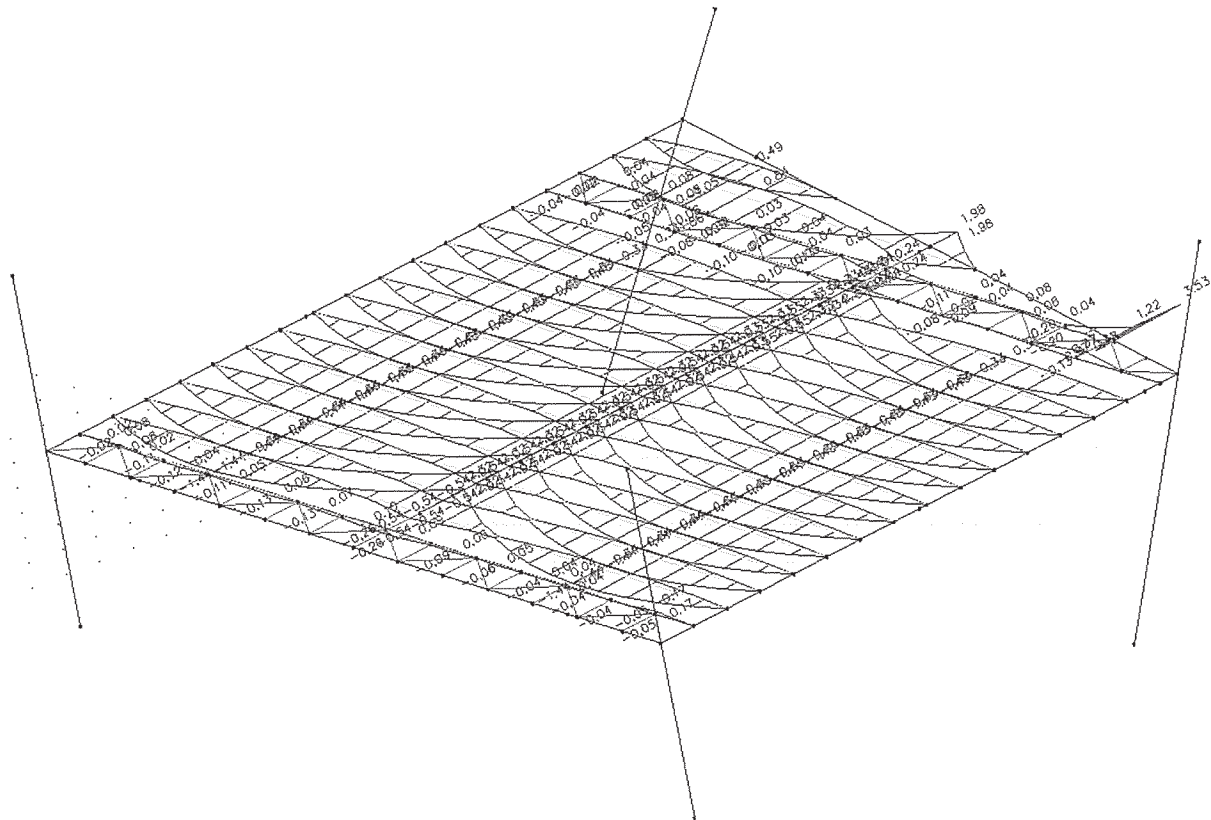
$M_y$



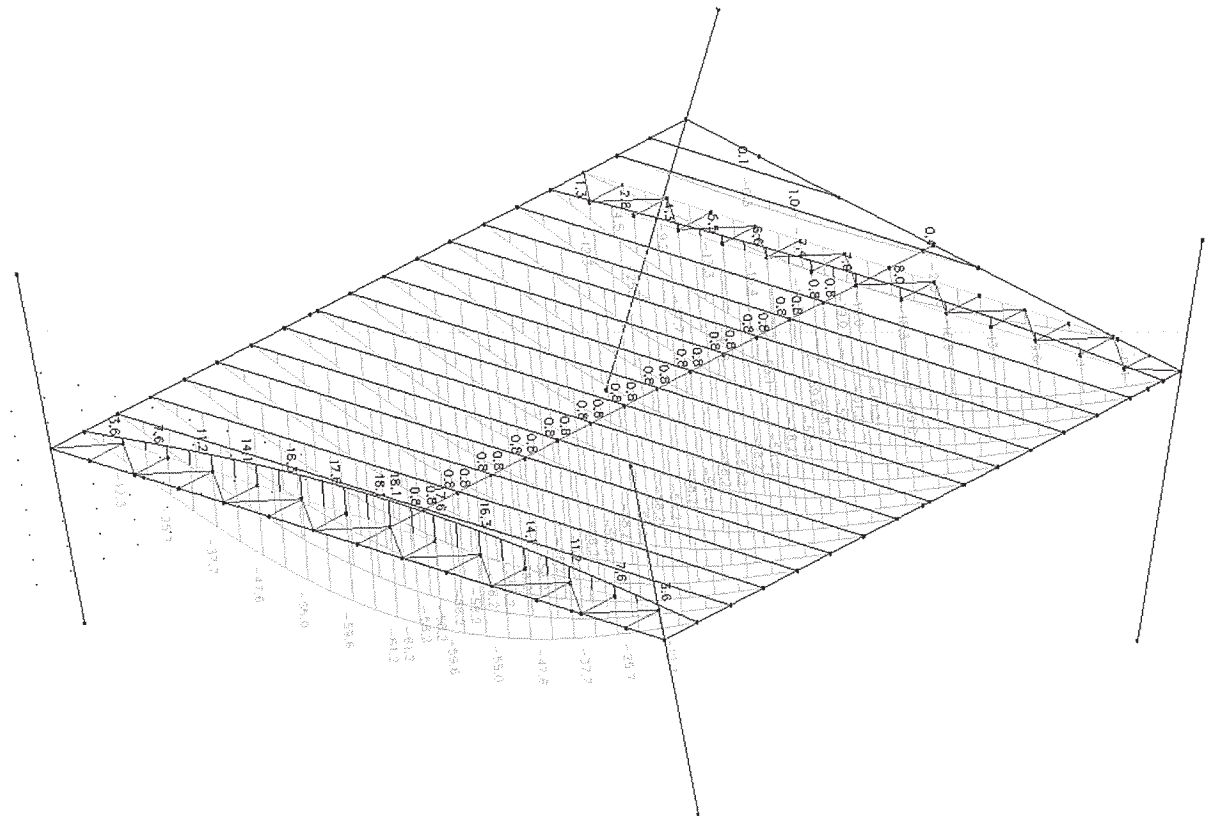


D. STATICKÝ VÝPOČET

$M_z$



$U_z$



D. STATICKÝ VÝPOČET

POSOUZENÍ VAZNICE MEZI RÁMY 2 a 3

Zadání:

$L = 16,490$	m	$N_{Ed} = 41,970$	kN	$b = 149,000$	m
$A = 8670,000$	mm <sup>2</sup>	$V_{y,Ed} = 21,640$	kNm	$h = 380,000$	m
$I_y = 157100000$	mm <sup>4</sup>	$V_{z,Ed} = 24,270$	kNm	$L_{cry} = 16,490$	m
$I_z = 6740000$	mm <sup>4</sup>	$M_{y,Ed} = 100,380$	kNm	$L_{crz} = 8,245$	m
$i_y = 135,000$	mm	$M_{z,Ed} = 3,590$	kNm	$L_{cr\omega} = 8,245$	m
$i_z = 28,000$	mm	$\gamma_{m1} = 1,000$	m <sup>4</sup>	$W_{y,pl} = 1080000$	mm <sup>2</sup>
$I_t = 904000$	mm <sup>4</sup>	$E = 210000,000$	Mpa	$W_{z,pl} = 166200$	mm <sup>2</sup>
$I_w = 205750000000$	mm <sup>6</sup>	$G = 80700,000$	Mpa	$A_{vz} = 4166$	mm <sup>2</sup>
$u_z = 61,200$	mm	$\pi = 3,140$		$A_{vy} = 3671$	mm <sup>2</sup>
<u>I 340</u>		$f_y = 355,000$	Mpa	$f_u = 510,000$	Mpa

Výpočet štíhlosti:

$$\lambda_y = L_{cry}/i_y = \underline{122,148}$$

$$\lambda_z = L_{crz}/i_z = \underline{294,464}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \text{odmocnina}(235/f_y) = \underline{76,399}$$

$$\lambda'_y = (\lambda_y/\lambda_1) \cdot \text{odmocnina}(\beta_A) = \underline{1,599}$$

$$\lambda'_z = (\lambda_z/\lambda_1) \cdot \text{odmocnina}(\beta_A) = \underline{3,854}$$

Výpočet součinitele  $\kappa$ :

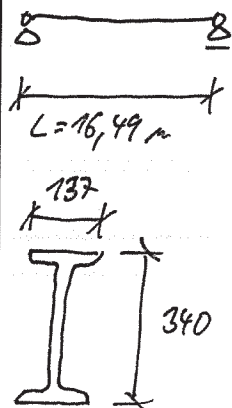
$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] = \underline{1,925}$	křivka	$\alpha$
$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z] = \underline{8,549}$	y-y	a 0,210
$\kappa_y = 1/(\phi_y + \text{odmocnina}(\phi_y^2 - \lambda'^2_y)) = \underline{0,334}$	z-z	b 0,340
$\kappa_z = 1/(\phi_z + \text{odmocnina}(\phi_z^2 - \lambda'^2_z)) = \underline{0,062}$		

Výpočet únosnosti v tlaku  $N_{Rk}$ :

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = \underline{3077,850} \text{ kN}$$

Křivka klopení  $\kappa_{LT}$ :

$k_{wt} = (\pi/(k_w \cdot L)) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_w)/(G \cdot I_t)) = \underline{0,586}$	$k_y = 1,000$
$z_g = z_a - z_s = \underline{0,000}$	$k_z = 0,500$
$\zeta_g = (\pi \cdot z_g/(k_z \cdot L)) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_z)/(G \cdot I_t)) = \underline{0,000}$	$k_w = 0,500$
$\zeta_g = (\pi \cdot z_g/(k_z \cdot L)) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_z)/(G \cdot I_t)) = \underline{0,000}$	$C_{1,0} = 0,950$



PRO  $\lambda_z$  PLATÍ  
STEJNĚ JAKO NA  
STR. 73 !!!

D. STATICKÝ VÝPOČET

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) = \underline{0,930} \quad C_{1,1} = 0,970$$

$$\mu_{cr} = (C_1/k_z) \left[ (0,01 + k_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2) - ((C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2) \right] = \underline{2,156} \quad z_a = 170,000 \text{ mm}$$

$$M_{cr} = \text{dmocnina}(E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t) / L = \underline{263844327,808} \quad z_s = 170,000 \text{ mm}$$

$$\lambda'_{LT} = \text{odmocnina}((W_y \cdot f_y) / M_{cr}) = \underline{1,205} \quad z_j = 0,000 \text{ mm}$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} (\lambda'_{LT} - 0,2) + \lambda'^2_{LT}] = \underline{1,423} \quad C_2 = 0,310$$

$$\kappa_{LT} = 1 / (\phi_{LT} + \text{odmocnina}(\phi_{LT}^2 - \lambda'^2_{LT})) = \underline{0,703} \quad C_3 = 0,670$$

$$\alpha_{LT} = 0,390$$

Interakční součinitele  $k_{ij}$ :

$$k_{yy} = C_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,057} \quad \alpha_h = 0,000$$

$$\leq C_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,033} \quad C_{my} = 0,950$$

$$k_{yy} = \underline{1,033} \quad C_{mz} = 0,950$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = \underline{0,785} \quad C_{mLT} = 0,950$$

$$k_{zy} = 1 - (((0,1 \cdot \lambda'_z) / (C_{mLT} - 0,25)) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{0,879}$$

$$\geq 1 - (((0,1 / (C_{mLT} - 0,25)) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1})))) = \underline{0,968}$$

$$k_{zy} = \underline{0,968}$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{2,568}$$

$$\leq C_{my} \cdot (1 + 1,4 \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,309}$$

$$k_{zz} = \underline{1,309}$$

Výpočet únosnosti v ohybu  $M_{i,Rk}$ :

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = \underline{383,400} \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = \underline{59,001} \text{ kNm}$$

Posouzení na ohyb a osový tlak:

$$(N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{yy} (M_{y,Ed} / ((\kappa_{LT} \cdot M_{y,Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{yz} (M_{z,Ed} / ((M_{z,Rk}) / \gamma_{m1}))) = \leq 1,0$$

$$\underline{0,473} \leq 1,0$$

$$(N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{zy} (M_{y,Ed} / ((\kappa_{LT} \cdot M_{y,Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{zz} (M_{z,Ed} / ((M_{z,Rk}) / \gamma_{m1}))) = \leq 1,0$$

$$\underline{0,661} \leq 1,0$$

Výpočet únosnosti ve smyku  $V_{pl,Rd,i}$ :

$$V_{pl,Rd,z} = (A_{vz} \cdot (f_y / \text{odmocnina}(3))) / \gamma_{m0} = \underline{853,861} \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd,y} = (A_{vy} \cdot (f_y / \text{odmocnina}(3))) / \gamma_{m0} = \underline{752,406} \text{ kN}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

Posouzení na smyk:

$$V_{Ed,z} / N_{pl,Rd,z} \leq 1,0$$

$$0,028 \leq 1,0$$

$$V_{Ed,y} / N_{pl,Rd,y} \leq 1,0$$

$$0,029 \leq 1,0$$

Posouzení průhybu:

$$u_{lim} = L/250 \quad \underline{65,960} \quad \text{mm}$$

$$u_z \leq u_{lim}$$

$$61,200 \leq 65,960 \quad \text{mm}$$

POSOUZENÍ NA SAÁNÍ VĚTRU

$$M_{stale'} : \text{vl. tíhla} = 27,21 \text{ kNm}$$

$$\text{ostatní stále'} = 15,24 \text{ kNm}$$

$$\underline{Z} = 42,45 \text{ kNm}$$

$$M_{stale'} = 1,0 \cdot 42,45 \text{ kNm} = 42,45 \text{ kNm}$$

$$M_{vitr} = 1,5 \cdot 39,42 = 59,88 \text{ kNm}$$

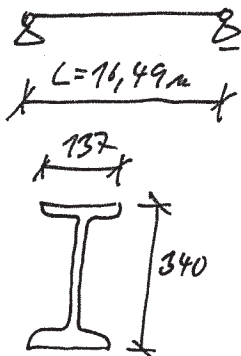
$$M_{stale'} \geq M_{vitr}$$

$$42,45 \neq 59,88 \Rightarrow \text{NEVÝMOVUJE, NUTNO POSOUZIT NA}$$

SAÁNÍ VĚTRU

### POSOUZENÍ VAZNICE MEZI RÁMY 2 a 3 - SÁNÍ VĚTRU

$L = 16,490$	m	$N_{Ed} = 41,970$	kN	$b = 137,000$	m
$A = 8670,000$	mm <sup>2</sup>	$V_{y,Ed} = 0,415$	kNm	$h = 380,000$	m
$I_y = 157100000$	mm <sup>4</sup>	$V_{z,Ed} = 2,490$	kNm	$L_{cry} = 16,490$	m
$I_z = 6740000$	mm <sup>4</sup>	$M_{y,Ed} = 17,430$	kNm	$L_{crz} = 16,490$	m
$i_y = 135,000$	mm	$M_{z,Ed} = 0,115$	kNm	$L_{cr\omega} = 16,490$	m
$i_z = 28,000$	mm	$\gamma_{m1} = 1,000$	m <sup>4</sup>	$W_{y,pl} = 1080000$	mm <sup>2</sup>
$I_t = 904000$	mm <sup>4</sup>	$E = 210000,000$	Mpa	$W_{z,pl} = 166200$	mm <sup>2</sup>
$I_w = 205750000000$	mm <sup>6</sup>	$G = 80700,000$	Mpa	$A_{vz} = 4166$	mm <sup>2</sup>
		$\pi = 3,140$		$A_{vy} = 3671$	mm <sup>2</sup>
<u>I 340</u>	$f_y = 355,000$	Mpa		$f_u = 510,000$	Mpa



PRO Z<sub>2</sub> PLATN'  
STEJNE' JAKO NA  
STR. 72 !!!

$$\begin{aligned}\lambda_y &= L_{\text{cry}}/i_y = \underline{\underline{122,148}} \\ \lambda_z &= L_{\text{crz}}/i_z = \underline{\underline{588,929}} \\ \lambda_1 &= 93,9.\text{odmocnina}(235/f_y) = \underline{\underline{76,399}} \\ \lambda'_y &= (\lambda_y/\lambda_1).\text{odmocnina}(\beta_A) = \underline{\underline{1,599}} \\ \lambda'_z &= (\lambda_z/\lambda_1).\text{odmocnina}(\beta_A) = \underline{\underline{7,709}}\end{aligned}$$

$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] =$	<b><u>1,925</u></b>		křivka	$\alpha$
$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z] =$	<b><u>31,488</u></b>	y-y	a	0,210
$\kappa_y = 1/(\phi_y + \text{odmocnina}(\phi_y^2 - \lambda'^2_y)) =$	<b><u>0,334</u></b>	z-z	b	0,340
$\kappa_z = 1/(\phi_z + \text{odmocnina}(\phi_z^2 - \lambda'^2_z)) =$	<b><u>0,016</u></b>			

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 3077,850 \text{ kN}$$
$$\begin{aligned} k_{wt} &= (\pi/(k_w.L).odmocnina((E.I_w)/(G.I_t)) = \underline{\underline{0,293}} & k_y &= 1,000 \\ Z_g &= Z_a - Z_s = \underline{\underline{0,000}} & k_z &= 0,500 \\ \zeta_g &= (\pi.Z_g/(k_z.L).odmocnina((E.I_z)/(G.I_t)) = \underline{\underline{0,000}} & k_w &= 0,500 \\ \zeta_g &= (\pi.Z_j/(k_z.L).odmocnina((E.I_z)/(G.I_t)) = \underline{\underline{0,000}} & C_{1,0} &= 0,950 \end{aligned}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) = \underline{0,930} \quad C_{1,1} = 0,970$$

$$\mu_{cr} = (C_1/k_z) [(\text{odm}(1+k_{wt}^2 + (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2) - ((C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2)) = \underline{1,938} \quad z_a = 170,000 \text{ mm}$$

$$M_{cr} = \text{dmocnina}(E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t) / L = \underline{118598039,516} \quad z_s = 170,000 \text{ mm}$$

$$\lambda'_{LT} = \text{odmocnina}((W_y \cdot f_y) / M_{cr}) = \underline{1,798} \quad z_j = 0,000 \text{ mm}$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT}(\lambda'_{LT} - 0,2) + \lambda'^2_{LT}] = \underline{2,428} \quad C_2 = 0,310$$

$$\kappa_{LT} = 1 / (\phi_{LT} + \text{odmocnina}(\phi_{LT}^2 - \lambda'^2_{LT})) = \underline{0,412} \quad C_3 = 0,670$$

$$\alpha_{LT} = 0,390$$

Interakční součinitele  $k_{ij}$ :

$$k_{yy} = C_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,057} \quad \alpha_h = 0,000$$

$$\leq C_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,033} \quad C_{my} = 0,950$$

$$k_{yy} = \underline{1,033} \quad C_{mz} = 0,950$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = \underline{1,310} \quad C_{mLT} = 0,950$$

$$k_{zy} = 1 - (((0,1 \cdot \lambda'_z) / (C_{mLT} - 0,25)) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{0,069}$$

$$\geq 1 - (((0,1 / (C_{mLT} - 0,25)) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{0,879}$$

$$k_{zy} = \underline{0,879}$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{13,531}$$

$$\leq C_{my} \cdot (1 + 1,4 \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{2,184}$$

$$k_{zz} = \underline{2,184}$$

Výpočet únosnosti v ohybu  $M_{i,Rk}$ :

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = \underline{383,400} \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = \underline{59,001} \text{ kNm}$$

Posouzení na ohyb a osový tlak:

$$(N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{yy} (M_{y,Ed} / ((\kappa_{LT} \cdot M_{y,Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{yz} (M_{z,Ed} / ((M_{z,Rk}) / \gamma_{m1}))) = \leq 1,0$$

$$\underline{0,157} \leq 1,0$$

$$(N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{zy} (M_{y,Ed} / ((\kappa_{LT} \cdot M_{y,Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{zz} (M_{z,Ed} / ((M_{z,Rk}) / \gamma_{m1}))) = \leq 1,0$$

$$\underline{0,947} \leq 1,0$$

Výpočet únosnosti ve smyku  $V_{pl,Rd,i}$ :

$$V_{pl,Rd,z} = (A_{vz} \cdot (f_y / \text{odmocnina}(3))) / \gamma_{m0} = \underline{853,861} \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd,y} = (A_{vy} \cdot (f_y / \text{odmocnina}(3))) / \gamma_{m0} = \underline{752,406} \text{ kN}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

Posouzení na smyk:

$$V_{Ed,z}/N_{pl,Rd,z} \leq 1,0$$

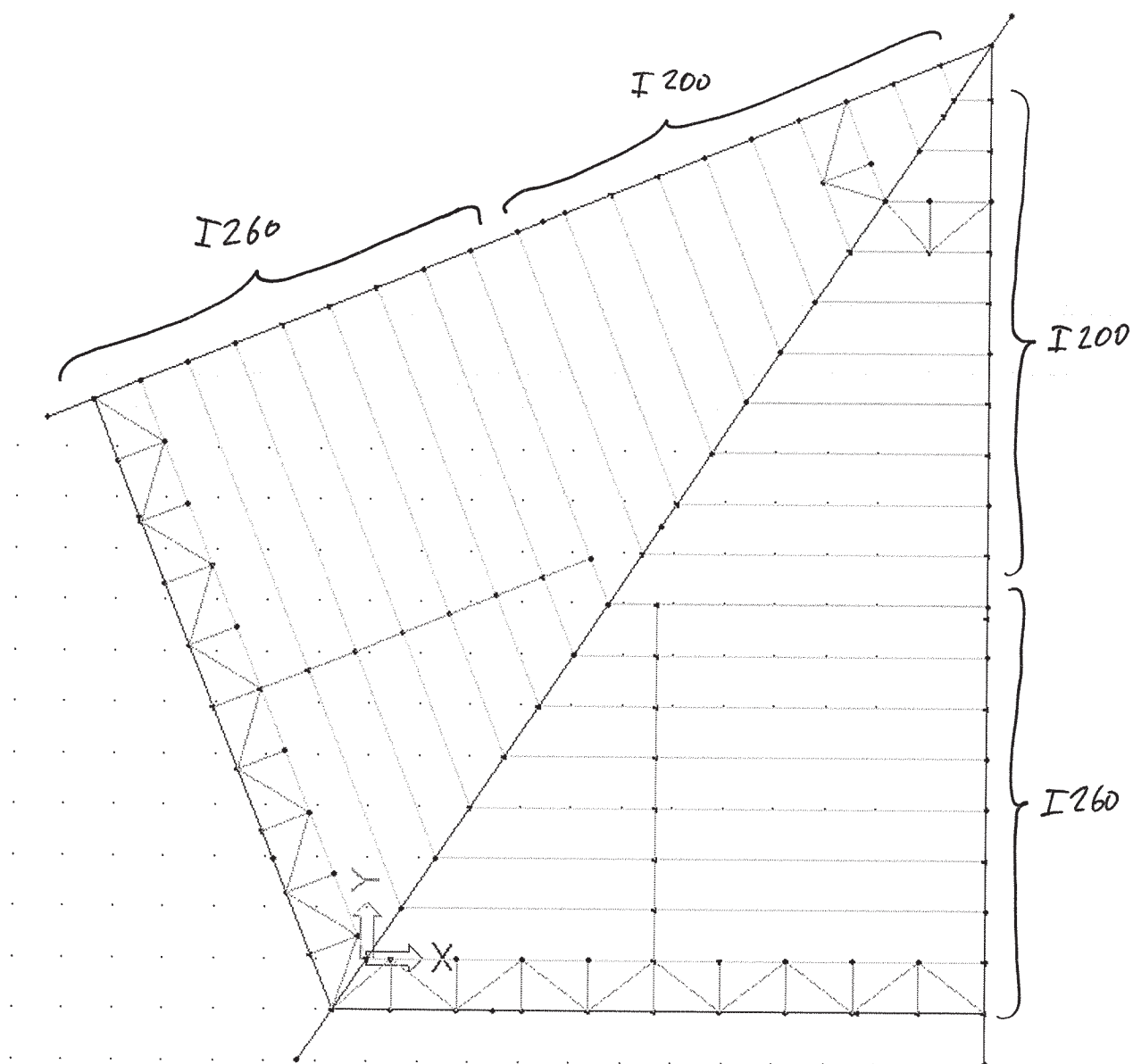
$$0,003 \leq 1,0$$

$$V_{Ed,y}/N_{pl,Rd,y} \leq 1,0$$

$$0,001 \leq 1,0$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

4.2.3 Vaznice mezi osami 3, 4 a 4, 5

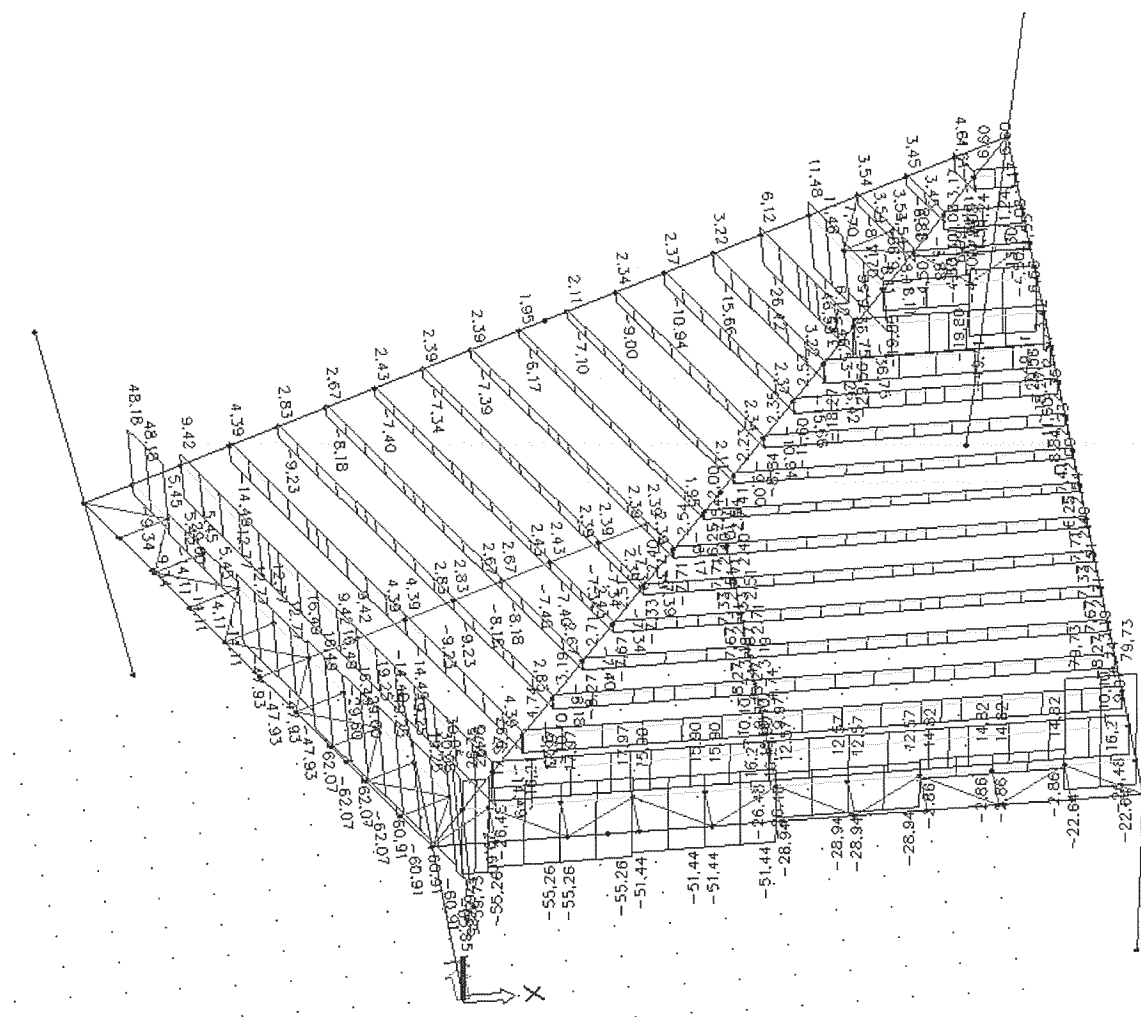




D. STATICKÝ VÝPOČET

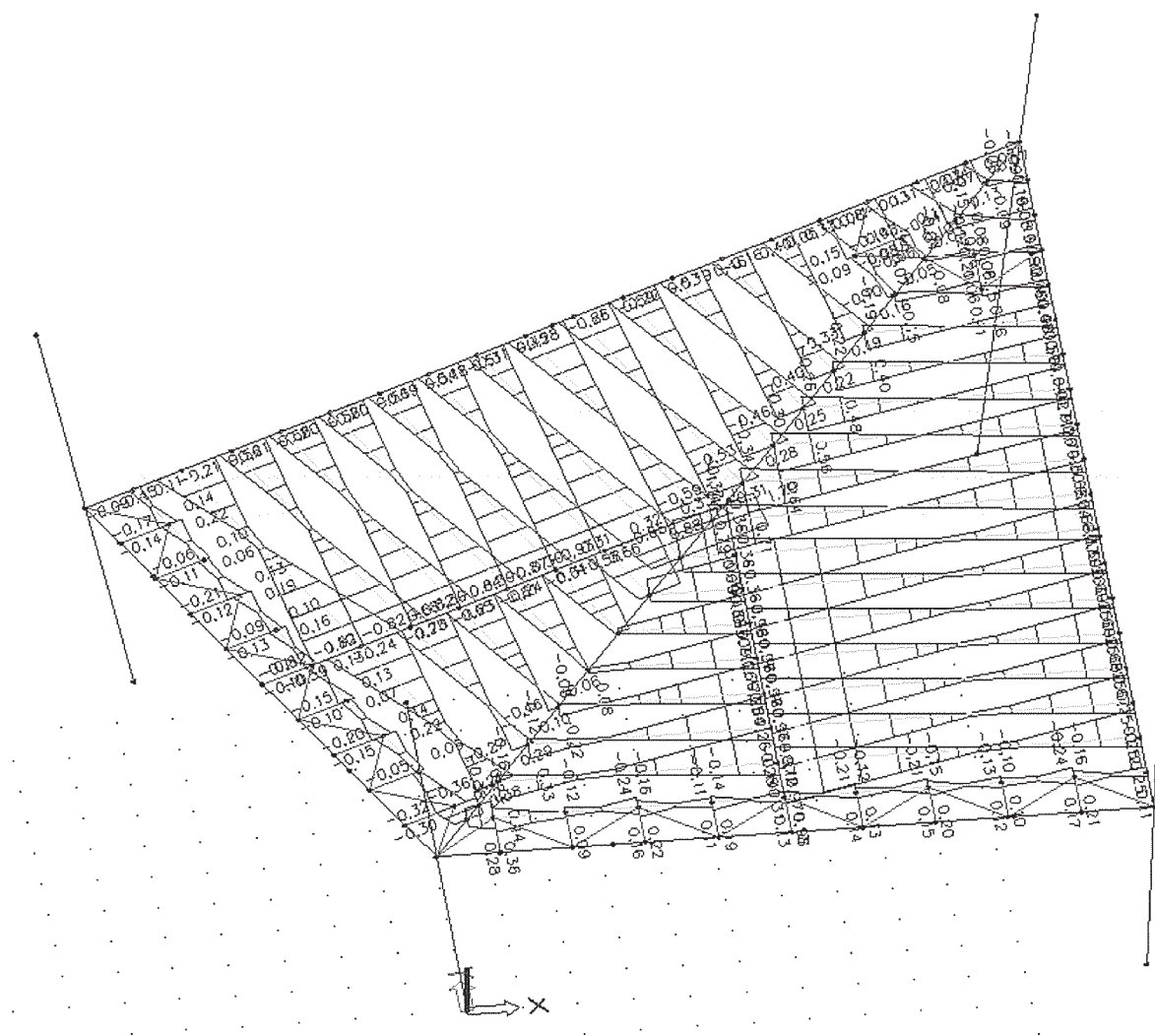
Vnitřní síly:

N



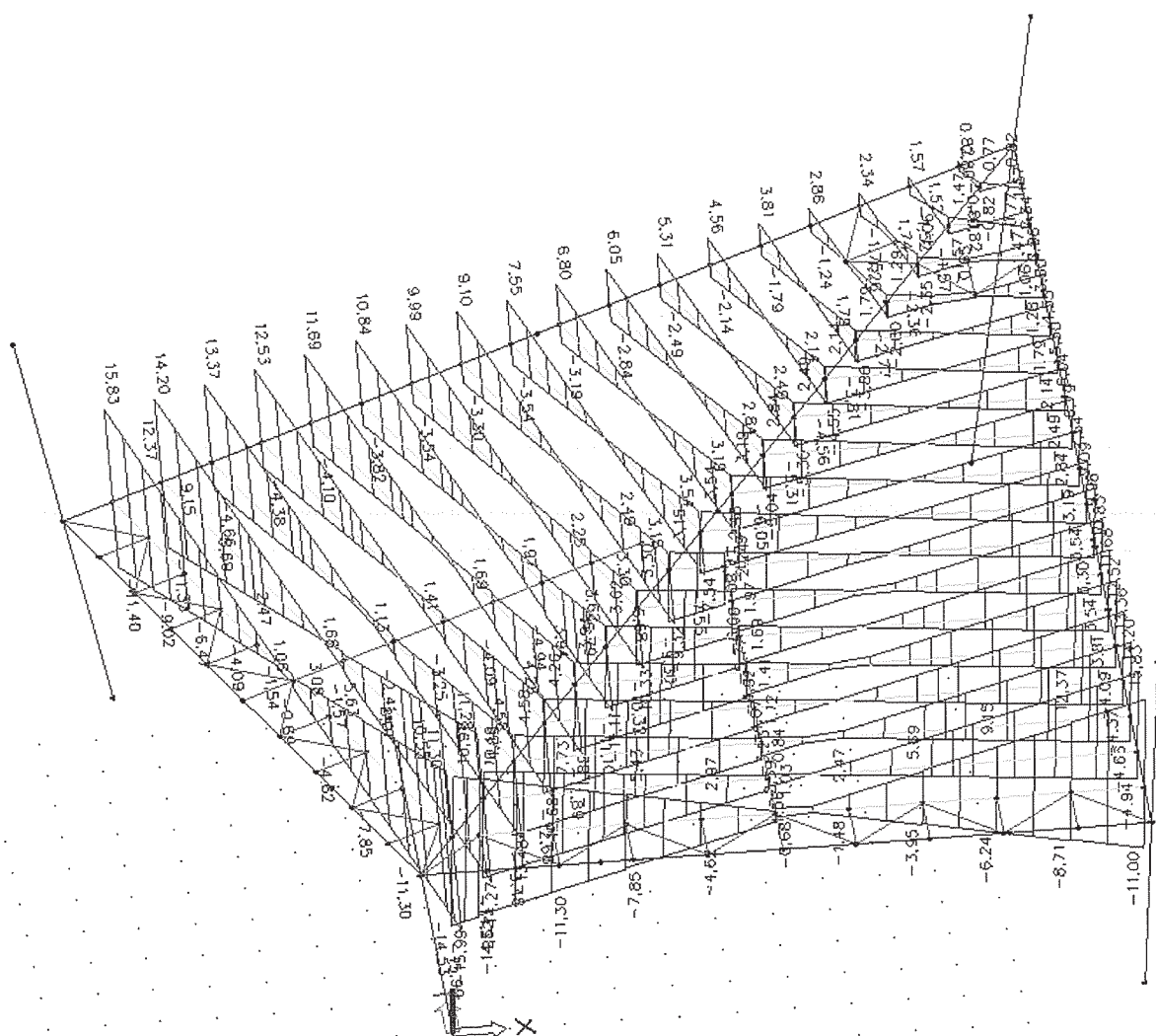
D. STATICKÝ VÝPOČET

$V_y$



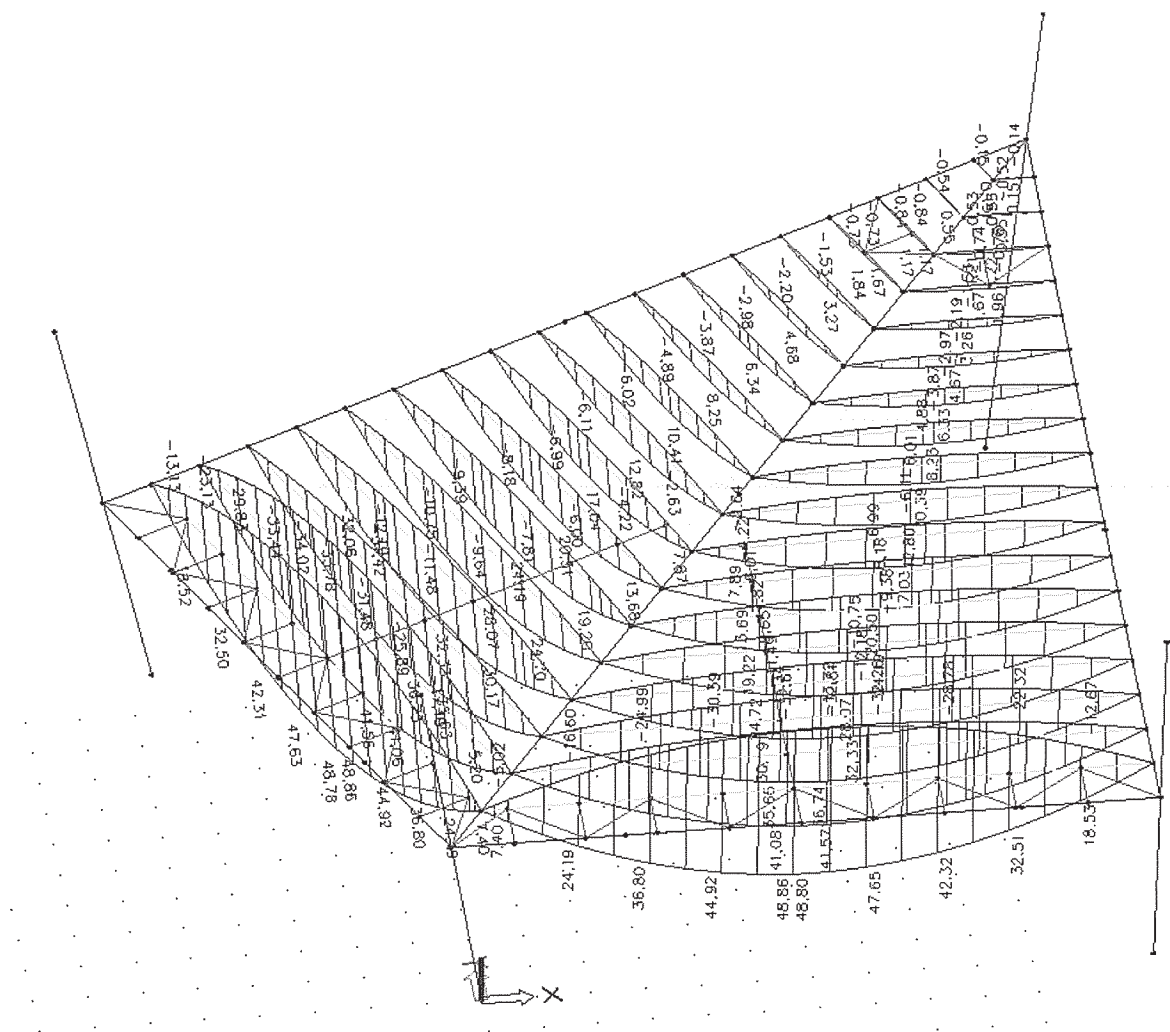
D. STATICKÝ VÝPOČET

$V_z$



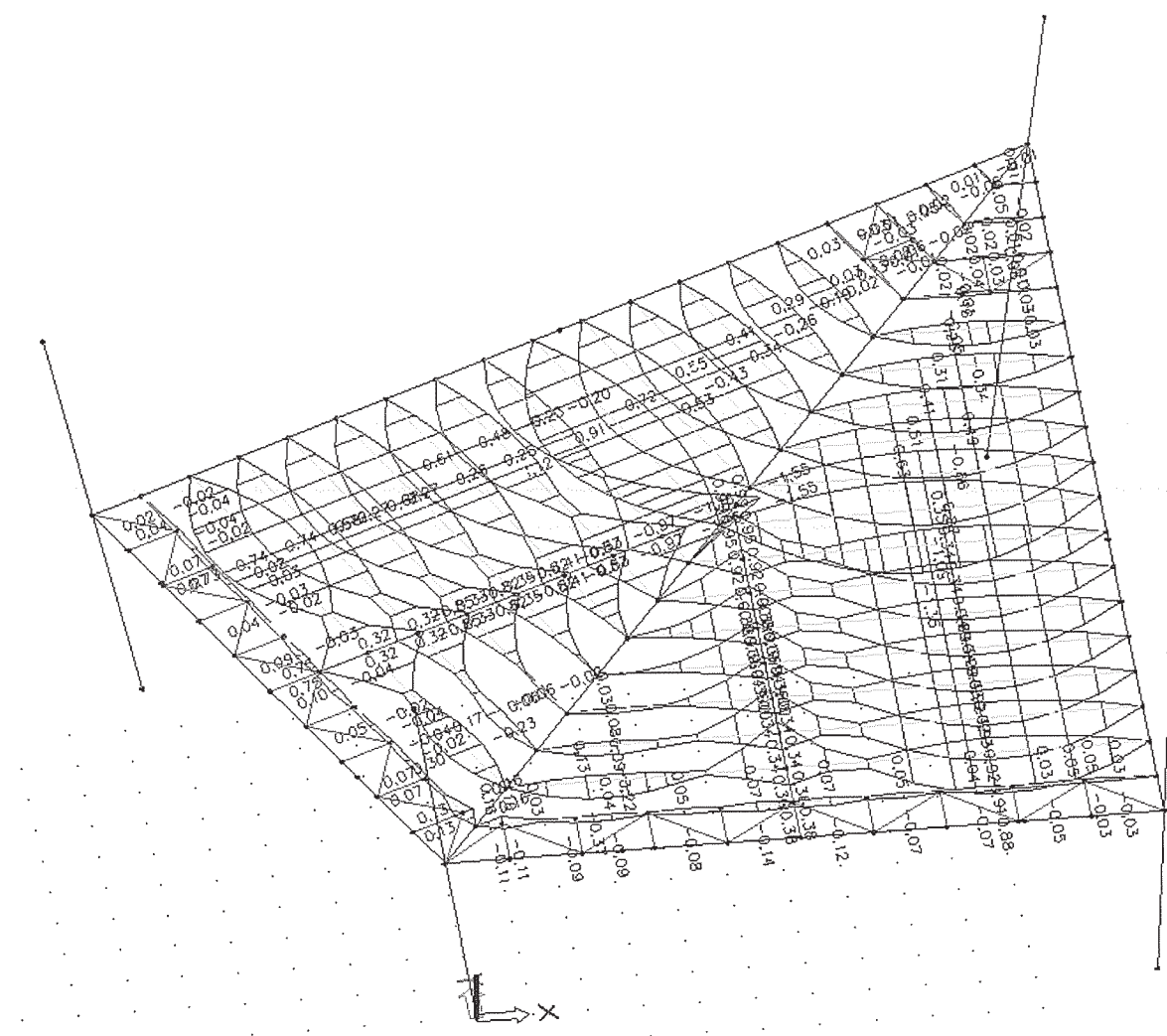
D. STATICKÝ VÝPOČET

$M_y$



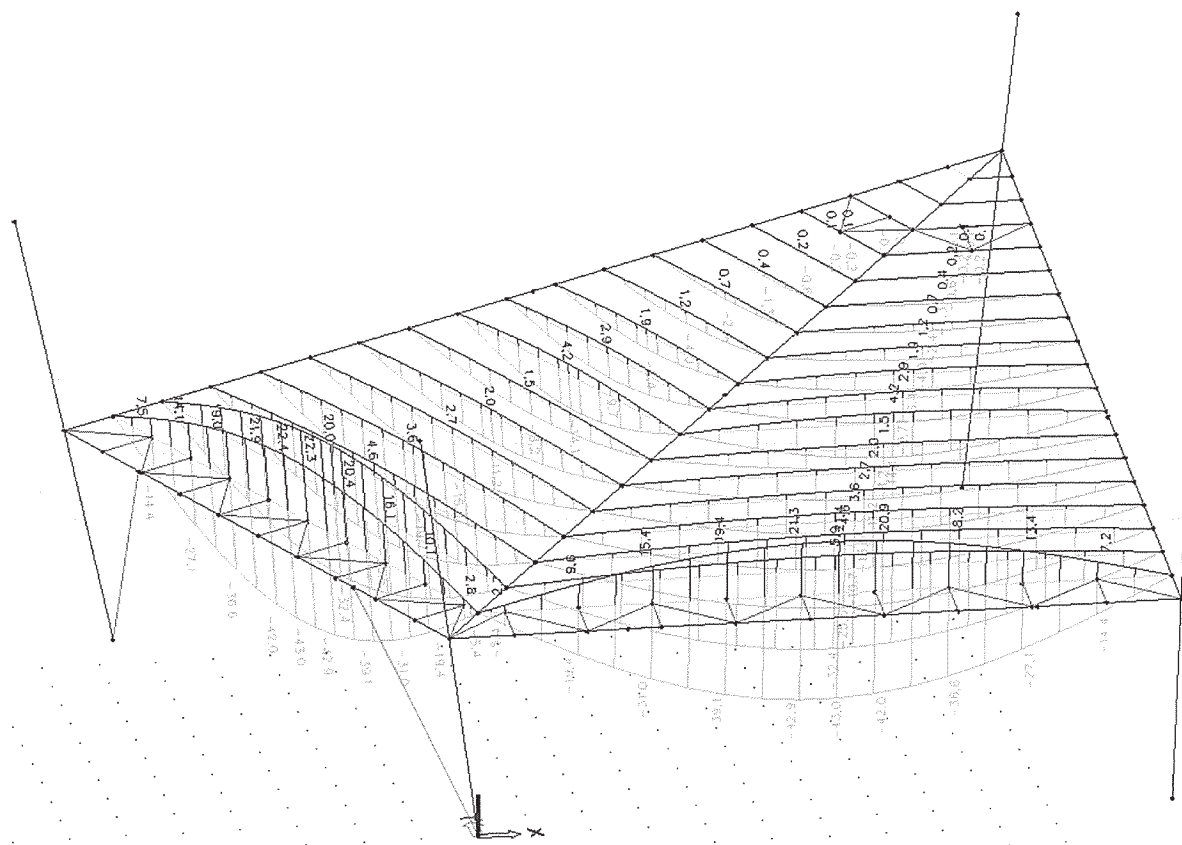
D. STATICKÝ VÝPOČET

$M_z$



D. STATICKÝ VÝPOČET

$U_z$



D. STATICKÝ VÝPOČET

POSOUZENÍ VAZNICE MEZI RÁMY 3, 4 a 4, 5 u ztužidla

Zadání:

$L = 12,180$	m	$N_{Ed} = 59,730$	kN	$b = 113,000$	m
$A = 5330,000$	mm <sup>2</sup>	$V_{y,Ed} = 0,240$	kNm	$h = 260,000$	m
$I_y = 57400000$	mm <sup>4</sup>	$V_{z,Ed} = 15,830$	kNm	$L_{cry} = 12,180$	m
$I_z = 2880000$	mm <sup>4</sup>	$M_{y,Ed} = 48,860$	kNm	$L_{crz} = 1,300$	m
$i_y = 103,800$	mm	$M_{z,Ed} = 0,880$	kNm	$L_{cr\omega} = 1,300$	m
$i_z = 23,200$	mm	$\gamma_{m1} = 1,000$	m <sup>4</sup>	$W_{y,pl} = 514000$	mm <sup>2</sup>
$I_t = 355000$	mm <sup>4</sup>	$E = 210000,000$	Mpa	$W_{z,pl} = 86000$	mm <sup>2</sup>
$I_w = 44100000000$	mm <sup>6</sup>	$G = 80700,000$	Mpa	$A_{vz} = 2608$	mm <sup>2</sup>
$u_z = 43,000$	mm	$\pi = 3,140$		$A_{vy} = 3187$	mm <sup>2</sup>
<u>1260</u>		$f_y = 355,000$	Mpa	$f_u = 510,000$	Mpa

Výpočet štíhlosti:

$$\lambda_y = L_{cry}/i_y = \underline{117,341}$$

$$\lambda_z = L_{crz}/i_z = \underline{56,034}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \text{odmocnina}(235/f_y) = \underline{76,399}$$

$$\lambda'_y = (\lambda_y/\lambda_1) \cdot \text{odmocnina}(\beta_A) = \underline{1,536}$$

$$\lambda'_z = (\lambda_z/\lambda_1) \cdot \text{odmocnina}(\beta_A) = \underline{0,733}$$

Výpočet součinitele  $\kappa$ :

$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] =$	<u>1,820</u>	křivka	$\alpha$
$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z] =$	<u>0,860</u>	y-y	a 0,210
$\kappa_y = 1/(\phi_y + \text{odmocnina}(\phi_y^2 - \lambda'^2_y)) =$	<u>0,358</u>	z-z	b 0,340
$\kappa_z = 1/(\phi_z + \text{odmocnina}(\phi_z^2 - \lambda'^2_z)) =$	<u>0,764</u>		

Výpočet únosnosti v tlaku  $N_{Rk}$ :

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = \underline{1892,150} \text{ kN}$$

Křivka klopení  $\kappa_{LT}$ :

$k_{wt} = (\pi/(k_w \cdot L)) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_w)/(G \cdot I_t)) =$	<u>0,147</u>	$k_y = 1,000$
$z_g = z_a - z_s =$	<u>0,000</u>	$k_z = 1,000$
$\zeta_g = (\pi \cdot z_g/(k_z \cdot L)) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_z)/(G \cdot I_t)) =$	<u>0,000</u>	$k_w = 1,000$
$\zeta_g = (\pi \cdot z_g/(k_z \cdot L)) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_z)/(G \cdot I_t)) =$	<u>0,000</u>	$C_{1,0} = 1,130$



D. STATICKÝ VÝPOČET

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) = \underline{1,130} \quad C_{1,1} = 1,130$$

$$\mu_{cr} = (C_1/k_z)[(odm(1+k_{wt}^2 + (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2) - ((C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2)] = \underline{1,142} \quad z_a = 130,000 \text{ mm}$$

$$M_{cr} = \text{dmocnina}(E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t) / L = \underline{38755512,222} \quad z_s = 130,000 \text{ mm}$$

$$\lambda'_{LT} = \text{odmocnina}((W_y \cdot f_y) / M_{cr}) = \underline{2,170} \quad z_j = 0,000 \text{ mm}$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT}(\lambda'_{LT} - 0,2) + \lambda'^2_{LT}] = \underline{3,238} \quad C_2 = 0,460$$

$$\kappa_{LT} = 1 / (\phi_{LT} + \text{odmocnina}(\phi_{LT}^2 - \lambda'^2_{LT})) = \underline{0,309} \quad C_3 = 0,530$$

$$\kappa_{LT}/2 = \underline{0,618} \quad \alpha_{LT} = 0,390$$

Interakční součinitele  $k_{ij}$ :

$$k_{yy} = C_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,118} \quad \alpha_h = 0,000$$

$$\leq C_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,071} \quad C_{my} = 0,950$$

$$k_{yy} = \underline{1,071} \quad C_{mz} = 0,950$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = \underline{0,635} \quad C_{mLT} = 0,950$$

$$k_{zy} = 1 - (((0,1 \cdot \lambda'_z) / (C_{mLT} - 0,25))) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1})) = \underline{0,996}$$

$$\geq 1 - ((0,1 / (C_{mLT} - 0,25))) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1})) = \underline{0,994}$$

$$k_{zy} = \underline{0,996}$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,036}$$

$$\leq C_{my} \cdot (1 + 1,4 \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,058}$$

$$k_{zz} = \underline{1,058}$$

Výpočet únosnosti v ohybu  $M_{i,Rk}$ :

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = \underline{182,470} \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = \underline{30,530} \text{ kNm}$$

Posouzení na ohyb a osový tlak:

$$(N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{yy} (M_{y,Ed} / ((\kappa_{LT} \cdot M_{y,Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{yz} (M_{z,Ed} / ((M_{z,Rk}) / \gamma_{m1}))) = \leq 1,0$$

$$\underline{0,571} \leq 1,0$$

$$(N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{zy} (M_{y,Ed} / ((\kappa_{LT} \cdot M_{y,Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{zz} (M_{z,Ed} / ((M_{z,Rk}) / \gamma_{m1}))) = \leq 1,0$$

$$\underline{0,503} \leq 1,0$$

Výpočet únosnosti ve smyku  $V_{pl,Rd,i}$ :

$$V_{pl,Rd,z} = (A_{vz} \cdot (f_y / \text{odmocnina}(3))) / \gamma_{m0} = \underline{534,534} \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd,y} = (A_{vy} \cdot (f_y / \text{odmocnina}(3))) / \gamma_{m0} = \underline{653,205} \text{ kN}$$



D. STATICKÝ VÝPOČET

Posouzení na smyk:

$$V_{Ed,z}/N_{pl,Rd,z} \leq 1,0$$

$$0,030 \leq 1,0$$

$$V_{Ed,y}/N_{pl,Rd,y} \leq 1,0$$

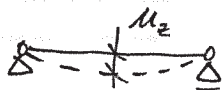
$$0,000 \leq 1,0$$

Posouzení průhybu:

$$u_{lim} = L/250 = \underline{48,720} \text{ mm}$$

$$u_z \leq u_{lim}$$

$$43,000 \leq 48,720 \text{ mm}$$



D. STATICKÝ VÝPOČET

POSOUZENÍ VAZNICE MEZI RÁMY 3, 4 a 4, 5 v poli

Zadání:

$L = 11,507$	m	$N_{Ed} = 27,790$	kN	$b = 113,000$	m
$A = 5330,000$	mm <sup>2</sup>	$V_{y,Ed} = 1,470$	kNm	$h = 260,000$	m
$I_y = 57400000$	mm <sup>4</sup>	$V_{z,Ed} = 13,940$	kNm	$L_{cry} = 11,507$	m
$I_z = 2880000$	mm <sup>4</sup>	$M_{y,Ed} = 40,110$	kNm	$L_{crz} = 6,500$	m
$i_y = 103,800$	mm	$M_{z,Ed} = 4,220$	kNm	$L_{cro} = 6,500$	m
$i_z = 23,200$	mm	$\gamma_{m1} = 1,000$	m <sup>4</sup>	$W_{y,pl} = 514000$	mm <sup>2</sup>
$I_t = 355000$	mm <sup>4</sup>	$E = 210000,000$	Mpa	$W_{z,pl} = 86000$	mm <sup>2</sup>
$I_w = 44100000000$	mm <sup>6</sup>	$G = 80700,000$	Mpa	$A_{vz} = 2608$	mm <sup>2</sup>
$u_z = 32,800$	mm	$\pi = 3,140$		$A_{vy} = 3187$	mm <sup>2</sup>
$I_{260}$		$f_y = 355,000$	Mpa	$f_u = 510,000$	Mpa

Výpočet štíhlosti:

$$\lambda_y = L_{cry}/i_y = \underline{110,857}$$

$$\lambda_z = L_{crz}/i_z = \underline{280,172}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \text{odmocnina}(235/f_y) = \underline{76,399}$$

$$\lambda'_y = (\lambda_y/\lambda_1) \cdot \text{odmocnina}(\beta_A) = \underline{1,451}$$

$$\lambda'_z = (\lambda_z/\lambda_1) \cdot \text{odmocnina}(\beta_A) = \underline{3,667}$$

Výpočet součinitele  $\kappa$ :

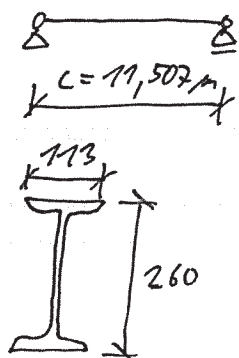
$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] = \underline{1,684}$	křivka	$\alpha$
$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z] = \underline{7,814}$	y-y	a 0,210
$\kappa_y = 1/(\phi_y + \text{odmocnina}(\phi_y^2 - \lambda'^2_y)) = \underline{0,394}$	z-z	b 0,340
$\kappa_z = 1/(\phi_z + \text{odmocnina}(\phi_z^2 - \lambda'^2_z)) = \underline{0,068}$		

Výpočet únosnosti v tlaku  $N_{Rk}$ :

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = \underline{1892,150} \text{ kN}$$

Křivka klopení  $\kappa_{LT}$ :

$k_{wt} = (\pi/(k_w \cdot L)) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_w)/(G \cdot I_t)) = \underline{0,155}$	$k_y = 1,000$
$Z_g = Z_a - Z_s = \underline{0,000}$	$k_z = 1,000$
$\zeta_g = (\pi \cdot Z_g/(k_z \cdot L)) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_z)/(G \cdot I_t)) = \underline{0,000}$	$k_w = 1,000$
$\zeta_g = (\pi \cdot Z_g/(k_z \cdot L)) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_z)/(G \cdot I_t)) = \underline{0,000}$	$C_{1,0} = 1,130$



PRO  $\lambda_z$  PLÁTÍ  
STEJNĚ JAKO NA  
STR. 72 !!!

D. STATICKÝ VÝPOČET

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) = \underline{1,130} \quad C_{1,1} = 1,130$$

$$\mu_{cr} = (C_1/k_z) [(\text{odm}(1+k_{wt}^2 + (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2) - ((C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2) = \underline{1,144}$$

$$M_{cr} = \text{dmocnina}(E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t) / L = \underline{41074076,862} \quad z_a = 130,000 \text{ mm}$$

$$\lambda'_{LT} = \text{odmocnina}((W_y \cdot f_y) / M_{cr}) = \underline{2,108} \quad z_s = 130,000 \text{ mm}$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT}(\lambda'_{LT} - 0,2) + \lambda'^2_{LT}] = \underline{3,093} \quad z_j = 0,000 \text{ mm}$$

$$\kappa_{LT} = 1 / (\phi_{LT} + \text{odmocnina}(\phi_{LT}^2 - \lambda'^2_{LT})) = \underline{0,323} \quad C_2 = 0,460$$

$$\kappa_{LT} / 2 = \underline{0,647} \quad C_3 = 0,530$$

$$\alpha_{LT} = 0,390$$

Interakční součinitele  $k_{ij}$ :

$$k_{yy} = C_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,047} \quad \alpha_h = 0,000$$

$$\leq C_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,030} \quad C_{my} = 0,950$$

$$k_{yy} = \underline{1,030} \quad C_{mz} = 0,950$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = \underline{0,782} \quad C_{mLT} = 0,950$$

$$k_{zy} = 1 - (((0,1 \cdot \lambda'_z) / (C_{mLT} - 0,25)) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{0,887}$$

$$\geq 1 - ((0,1 / (C_{mLT} - 0,25)) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{0,969}$$

$$k_{zy} = \underline{0,969}$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{2,455}$$

$$\leq C_{my} \cdot (1 + 1,4 \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,303}$$

$$k_{zz} = \underline{1,303}$$

Výpočet únosnosti v ohybu  $M_{i,Rk}$ :

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = \underline{182,470} \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = \underline{30,530} \text{ kNm}$$

Posouzení na ohyb a osový tlak:

$$(N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{yy} (M_{y,Ed} / ((\kappa_{LT} \cdot M_{y,Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{yz} (M_{z,Ed} / ((M_{z,Rk}) / \gamma_{m1}))) = \leq 1,0$$

$$\underline{0,495} \leq 1,0$$

$$(N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{zy} (M_{y,Ed} / ((\kappa_{LT} \cdot M_{y,Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{zz} (M_{z,Ed} / ((M_{z,Rk}) / \gamma_{m1}))) = \leq 1,0$$

$$\underline{0,726} \leq 1,0$$

Výpočet únosnosti ve smyku  $V_{pl,Rd,i}$ :

$$V_{pl,Rd,z} = (A_{vz} \cdot (f_y / \text{odmocnina}(3)) / \gamma_{m0}) = \underline{534,534} \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd,y} = (A_{vy} \cdot (f_y / \text{odmocnina}(3)) / \gamma_{m0}) = \underline{653,205} \text{ kN}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

Posouzení na smyk:

$$V_{Ed,z}/N_{pl,Rd,z} \leq 1,0$$

$$0,026 \leq 1,0$$

$$V_{Ed,y}/N_{pl,Rd,y} \leq 1,0$$

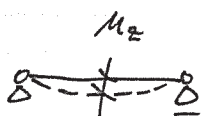
$$0,002 \leq 1,0$$

Posouzení průhybu:

$$u_{lim} = L/250 \quad \underline{46,028} \quad \text{mm}$$

$$u_z \leq u_{lim}$$

$$32,800 \leq 46,028 \quad \text{mm}$$



D. STATICKÝ VÝPOČET

POSOUZENÍ VAZNICE MEZI RÁMY 3, 4 a 4, 5 u kraje

Zadání:

$L = 6,800$	m	$N_{Ed} = 6,250$	kN	$b = 90,000$	m
$A = 3340,000$	mm <sup>2</sup>	$V_{y,Ed} = 0,800$	kNm	$h = 200,000$	m
$I_y = 21400000$	mm <sup>4</sup>	$V_{z,Ed} = 7,550$	kNm	$L_{cry} = 6,800$	m
$I_z = 1170000$	mm <sup>4</sup>	$M_{y,Ed} = 12,800$	kNm	$L_{crz} = 6,800$	m
$i_y = 80,000$	mm	$M_{z,Ed} = 1,090$	kNm	$L_{cro} = 6,800$	m
$i_z = 18,700$	mm	$\gamma_{m1} = 1,000$	m <sup>4</sup>	$W_{y,pl} = 250000$	mm <sup>2</sup>
$I_t = 135000$	mm <sup>4</sup>	$E = 210000,000$	Mpa	$W_{z,pl} = 43500$	mm <sup>2</sup>
$I_w = 10500000000$	mm <sup>6</sup>	$G = 80700,000$	Mpa	$A_{vz} = 1603$	mm <sup>2</sup>
$u_z = 9,700$	mm	$\pi = 3,140$		$A_{vy} = 2034$	mm <sup>2</sup>
$I_{200}$		$f_y = 355,000$	Mpa	$f_u = 510,000$	Mpa

Výpočet štíhlosti:

$$\lambda_y = L_{cry}/i_y = \underline{85,000}$$

$$\lambda_z = L_{crz}/i_z = \underline{363,636}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \text{odmocnina}(235/f_y) = \underline{76,399}$$

$$\lambda'_y = (\lambda_y/\lambda_1) \cdot \text{odmocnina}(\beta_A) = \underline{1,113}$$

$$\lambda'_z = (\lambda_z/\lambda_1) \cdot \text{odmocnina}(\beta_A) = \underline{4,760}$$

Výpočet součinitele  $\kappa$ :

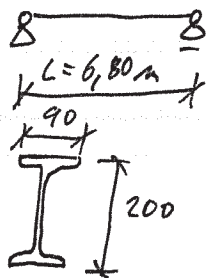
$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] =$	$\underline{1,215}$	křivka	$\alpha$
$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z] =$	$\underline{12,603}$	y-y	a 0,210
$\kappa_y = 1/(\phi_y + \text{odmocnina}(\phi_y^2 - \lambda'^2_y)) =$	$\underline{0,587}$	z-z	b 0,340
$\kappa_z = 1/(\phi_z + \text{odmocnina}(\phi_z^2 - \lambda'^2_z)) =$	$\underline{0,041}$		

Výpočet únosnosti v tlaku  $N_{Rk}$ :

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = \underline{1185,700} \text{ kN}$$

Křivka klopení  $\kappa_{LT}$ :

$k_{wt} = (\pi/(k_w \cdot L)) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_w)/(G \cdot I_t)) =$	$\underline{0,208}$	$k_y = 1,000$
$Z_g = Z_a - Z_s =$	$\underline{0,000}$	$k_z = 1,000$
$\zeta_g = (\pi \cdot Z_g/(k_z \cdot L)) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_z)/(G \cdot I_t)) =$	$\underline{0,000}$	$k_w = 1,000$
$\zeta_g = (\pi \cdot Z_g/(k_z \cdot L)) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_z)/(G \cdot I_t)) =$	$\underline{0,000}$	$C_{1,0} = 1,130$



PROTOŽE JE PŘI  
POSOUZENÍ ROZHO  
DOPADU VE  
SMĚRU, LZE  
PŘEKROČENÍ DOPOR.  
LIMITNÍ KORMOVÉ  
HODNOTY  $\lambda_z = 200$   
PŘIPUSTIT !!!

D. STATICKÝ VÝPOČET

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) = \underline{1,130} \quad C_{1,1} = 1,130$$

$$\mu_{cr} = (C_1/k_z)[(odm(1+k_{wt}^2 + (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2) - ((C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2)] = \underline{1,154} \quad z_a = 130,000 \text{ mm}$$

$$M_{cr} = dmocnina(E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)/L = \underline{27572749,262} \quad z_s = 130,000 \text{ mm}$$

$$\lambda'_{LT} = odmocnina((W_y \cdot f_y)/M_{cr}) = \underline{1,794} \quad z_j = 0,000 \text{ mm}$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT}(\lambda'_{LT} - 0,2) + \lambda'^2_{LT}] = \underline{2,420} \quad C_2 = 0,460$$

$$\kappa_{LT} = 1/(\phi_{LT} + odmocnina(\phi_{LT}^2 - \lambda'^2_{LT})) = \underline{0,413} \quad C_3 = 0,530$$

$$\kappa_{LT}/2 = \underline{0,826} \quad \alpha_{LT} = 0,390$$

Interakční součinitele  $k_{ij}$ :

$$k_{yy} = C_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot (N_{Ed}/((\kappa_y \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1}))) = \underline{1,008} \quad \alpha_n = 0,000$$

$$\leq C_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot (N_{Ed}/((\kappa_y \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1}))) = \underline{1,007} \quad C_{my} = 0,950$$

$$k_{yy} = \underline{1,007} \quad C_{mz} = 0,950$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = \underline{0,707} \quad C_{mLT} = 0,950$$

$$k_{zy} = 1 - (((0,1 \cdot \lambda'_z)/(C_{mLT} - 0,25)) \cdot (N_{Ed}/((\kappa_z \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1}))) = \underline{0,913}$$

$$\geq 1 - (((0,1)/(C_{mLT} - 0,25)) \cdot (N_{Ed}/((\kappa_z \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1}))) = \underline{0,982}$$

$$k_{zy} = \underline{0,982}$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot (N_{Ed}/((\kappa_z \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1}))) = \underline{2,141}$$

$$\leq C_{my} \cdot (1 + 1,4 \cdot (N_{Ed}/((\kappa_z \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1}))) = \underline{1,179}$$

$$k_{zz} = \underline{1,179}$$

Výpočet únosnosti v ohybu  $M_{i,Rk}$ :

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = \underline{88,750} \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = \underline{15,443} \text{ kNm}$$

Posouzení na ohyb a osový tlak:

$$(N_{Ed}/((\kappa_y \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1})) + (k_{yy}(M_{y,Ed}/((\kappa_{LT} \cdot M_{y,Rk})/\gamma_{m1})) + (k_{yz}(M_{z,Ed}/((M_{z,Rk})/\gamma_{m1})) = \leq 1,0$$

$$\underline{0,235} \leq 1,0$$

$$(N_{Ed}/((\kappa_z \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1})) + (k_{zy}(M_{y,Ed}/((\kappa_{LT} \cdot M_{y,Rk})/\gamma_{m1})) + (k_{zz}(M_{z,Ed}/((M_{z,Rk})/\gamma_{m1})) = \leq 1,0$$

$$\underline{0,383} \leq 1,0$$

Výpočet únosnosti ve smyku  $V_{pl,Rd,i}$ :

$$V_{pl,Rd,z} = (A_{vz} \cdot (f_y/odmocnina(3)))/\gamma_{m0} = \underline{328,550} \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd,y} = (A_{vy} \cdot (f_y/odmocnina(3)))/\gamma_{m0} = \underline{416,887} \text{ kN}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

Posouzení na smyk:

$$V_{Ed,z} / V_{pl,Rd,z} \leq 1,0$$

$$0,023 \leq 1,0$$

$$V_{Ed,y} / V_{pl,Rd,y} \leq 1,0$$

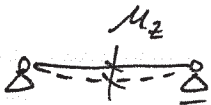
$$0,002 \leq 1,0$$

Posouzení průhybu:

$$u_{lim} = L/250 \quad \underline{27,200} \quad \text{mm}$$

$$u_z \leq u_{lim}$$

$$9,700 \leq 27,200 \quad \text{mm}$$

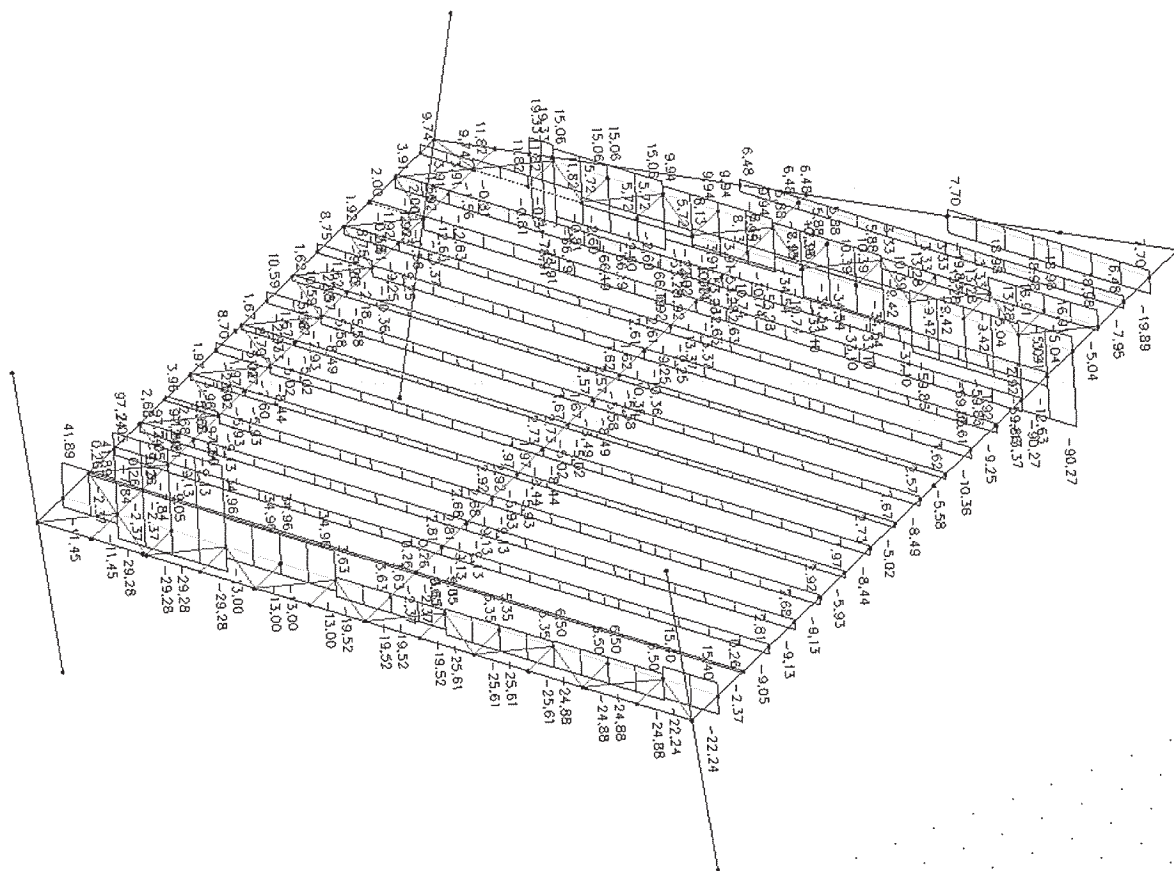


# D. STATICKÝ VÝPOČET

## 4.2.4 Vaznice mezi osami 5 a 6

Vnitřní síly:

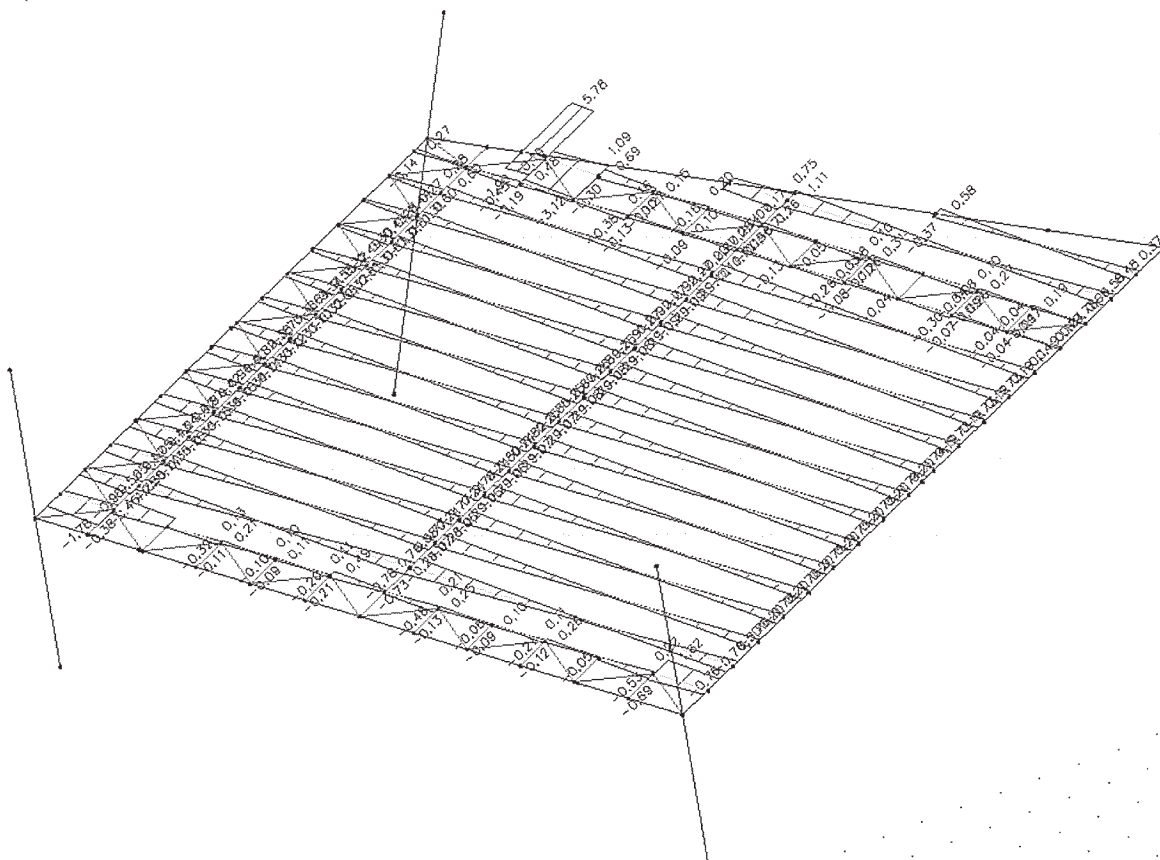
N



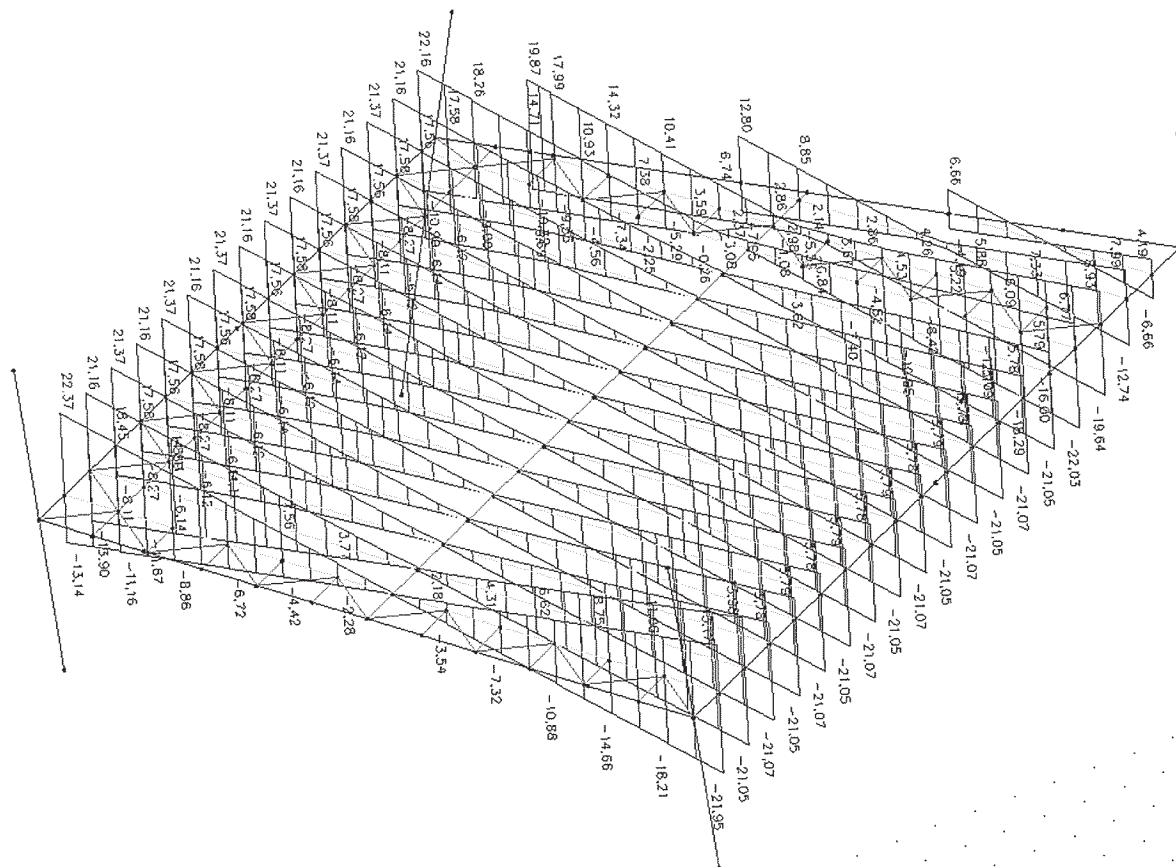


D. STATICKÝ VÝPOČET

$V_y$

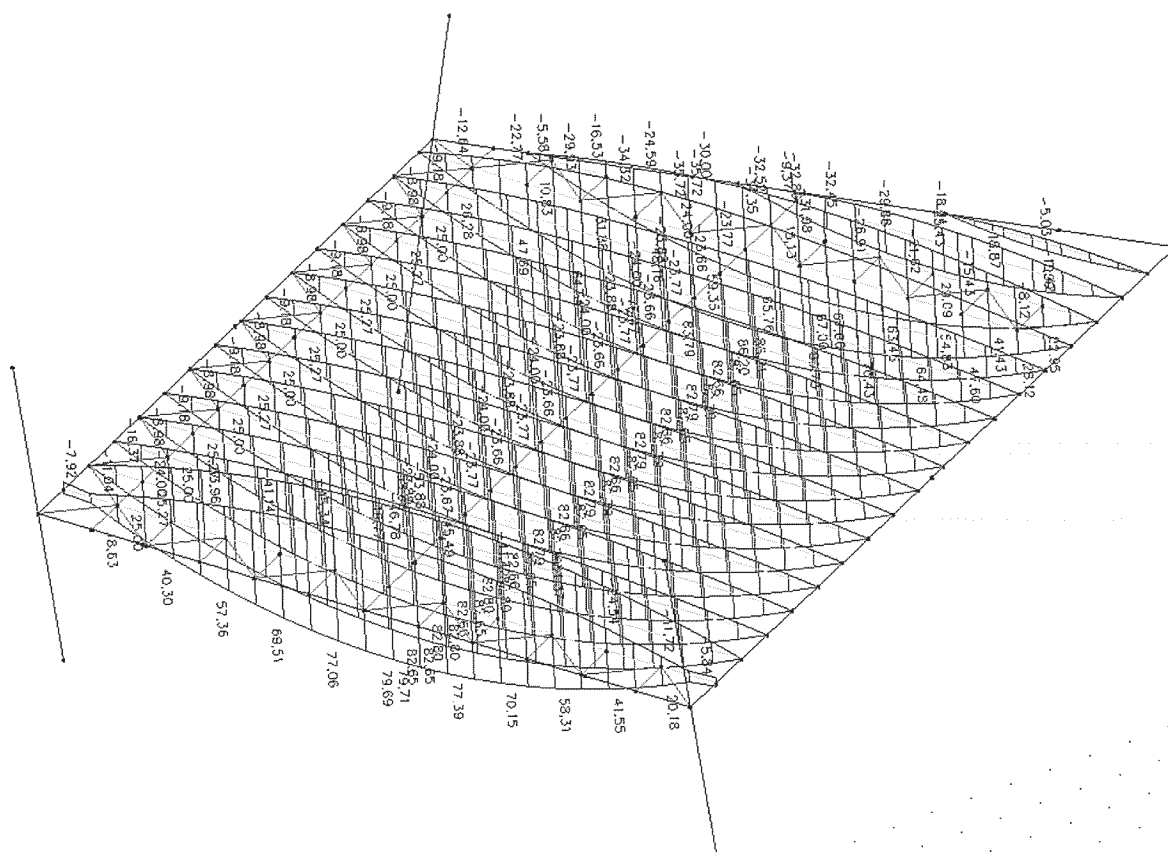


$V_z$

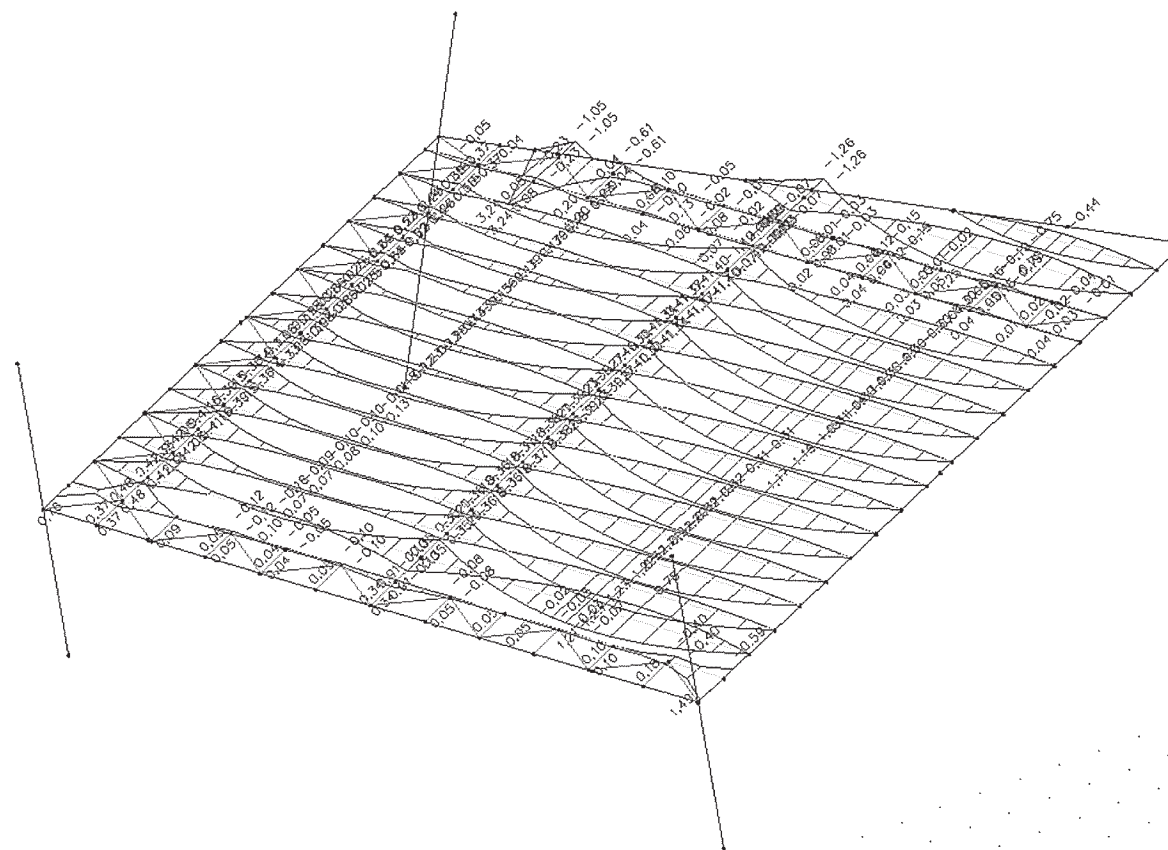


D. STATICKÝ VÝPOČET

$M_y$

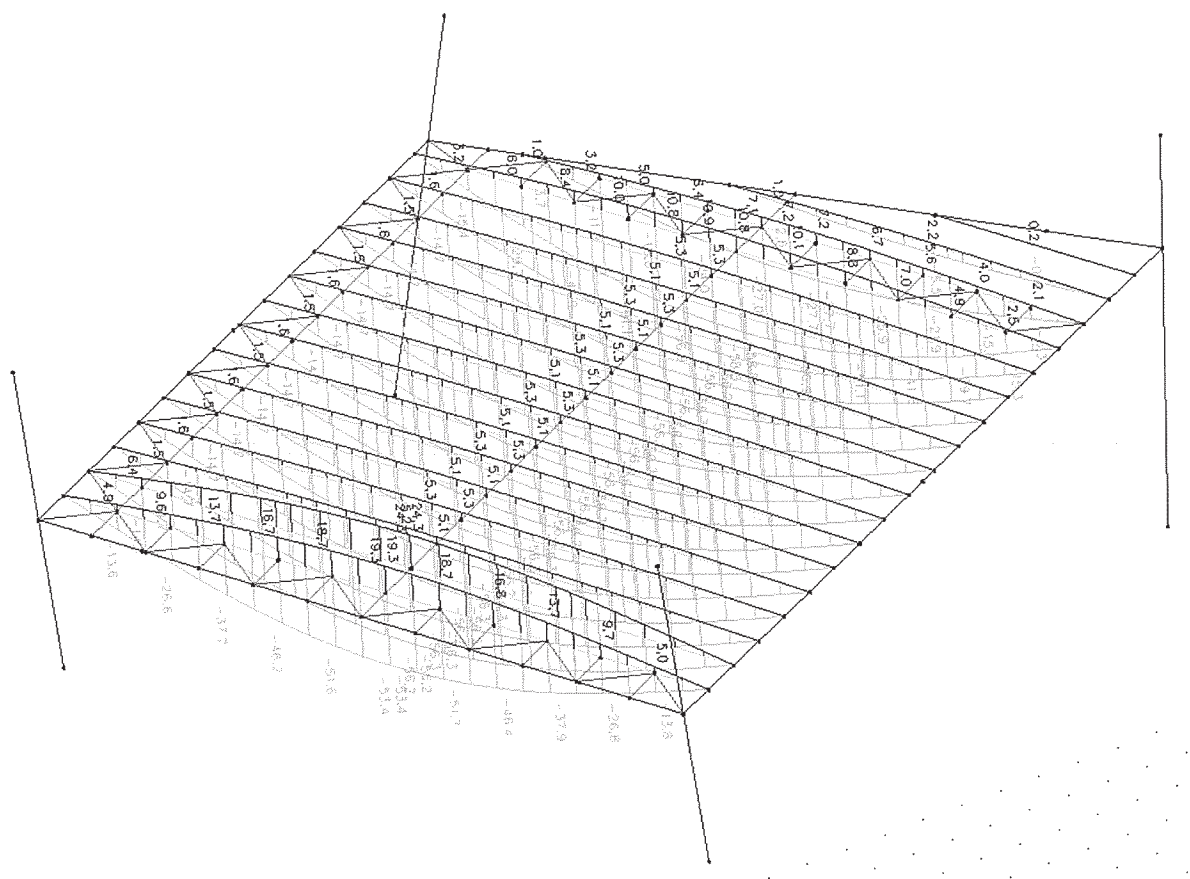


$M_z$



D. STATICKÝ VÝPOČET

$u_z$



D. STATICKÝ VÝPOČET

POSOUZENÍ VAZNICE MEZI RÁMY 5 a 6

Zadání:

$L = 15,570$	m	$N_{Ed} = 90,270$	kN	$b = 131,000$	m
$A = 7770,000$	mm <sup>2</sup>	$V_{y,Ed} = 5,780$	kNm	$h = 320,000$	m
$I_y = 125100000$	mm <sup>4</sup>	$V_{z,Ed} = 22,370$	kNm	$L_{cr,y} = 15,570$	m
$I_z = 5550000$	mm <sup>4</sup>	$M_{y,Ed} = 86,210$	kNm	$L_{cr,z} = 7,785$	m
$i_y = 126,900$	mm	$M_{z,Ed} = 3,240$	kNm	$L_{cr,w} = 7,785$	m
$i_z = 26,700$	mm	$\gamma_{m1} = 1,000$	m <sup>4</sup>	$W_{y,pl} = 914000$	mm <sup>2</sup>
$I_t = 725000$	mm <sup>4</sup>	$E = 210000,000$	Mpa	$W_{z,pl} = 143000$	mm <sup>2</sup>
$I_w = 129000000000$	mm <sup>6</sup>	$G = 80700,000$	Mpa	$A_{vz} = 3926$	mm <sup>2</sup>
$u_z = 58,800$	mm	$\pi = 3,140$		$A_{vy} = 4533$	mm <sup>2</sup>
<u>1320</u>		$f_y = 355,000$	Mpa	$f_u = 510,000$	Mpa

Výpočet štíhlosti:

$$\lambda_y = L_{cr,y}/i_y = \underline{122,695}$$

$$\lambda_z = L_{cr,z}/i_z = \underline{291,573}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \text{odmocnina}(235/f_y) = \underline{76,399}$$

$$\lambda'_y = (\lambda_y/\lambda_1) \cdot \text{odmocnina}(\beta_A) = \underline{1,606}$$

$$\lambda'_z = (\lambda_z/\lambda_1) \cdot \text{odmocnina}(\beta_A) = \underline{3,816}$$

Výpočet součinitele  $\kappa$ :

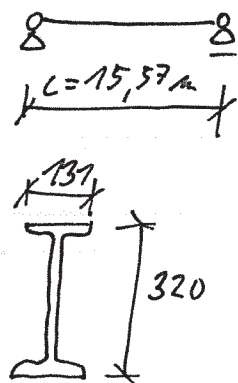
$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] = \underline{1,937}$	křivka	$\alpha$
$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z] = \underline{8,398}$	y-y	a 0,210
$\kappa_y = 1/(\phi_y + \text{odmocnina}(\phi_y^2 - \lambda'^2_y)) = \underline{0,331}$	z-z	b 0,340
$\kappa_z = 1/(\phi_z + \text{odmocnina}(\phi_z^2 - \lambda'^2_z)) = \underline{0,063}$		

Výpočet únosnosti v tlaku  $N_{Rk}$ :

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = \underline{2758,350} \text{ kN}$$

Křivka klopení  $\kappa_{LT}$ :

$k_{wt} = (\pi/(k_w \cdot L)) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_w)/(G \cdot I_t)) = \underline{0,549}$	$k_y = 1,000$
$z_g = z_a - z_s = \underline{0,000}$	$k_z = 0,500$
$\zeta_g = (\pi \cdot z_g/(k_z \cdot L)) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_z)/(G \cdot I_t)) = \underline{0,000}$	$k_w = 0,500$
$\zeta_g = (\pi \cdot z_g/(k_z \cdot L)) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_z)/(G \cdot I_t)) = \underline{0,000}$	$C_{1,0} = 0,950$



PRO  $\lambda_e$  PLATÍ  
STEJNĚ JAKO NA  
STR. 72!!!

D. STATICKÝ VÝPOČET

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) = \underline{0,930} \quad C_{1,1} = 0,970$$

$$\mu_{cr} = (C_1/k_z)[(odm(1+k_{wt}^2 + (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2) - ((C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2)) = \underline{2,122} \quad z_a = 160,000 \text{ mm}$$

$$M_{cr} = dmocnina(E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)/L = \underline{223477932,329} \quad z_s = 160,000 \text{ mm}$$

$$\lambda'_{LT} = odmocnina((W_y \cdot f_y)/M_{cr}) = \underline{1,205} \quad z_j = 0,000 \text{ mm}$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT}(\lambda'_{LT} - 0,2) + \lambda'^2_{LT}] = \underline{1,422} \quad C_2 = 0,310$$

$$\kappa_{LT} = 1/(\phi_{LT} + odmocnina(\phi_{LT}^2 - \lambda'^2_{LT})) = \underline{0,703} \quad C_3 = 0,670$$

$$\alpha_{LT} = 0,390$$

Interakční součinitele  $k_{ij}$ :

$$k_{yy} = C_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot (N_{Ed}/((\kappa_y \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1}))) = \underline{1,139} \quad \alpha_h = 0,000$$

$$\leq C_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot (N_{Ed}/((\kappa_y \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1}))) = \underline{1,079} \quad C_{my} = 0,950$$

$$k_{yy} = \underline{1,079} \quad C_{mz} = 0,950$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = \underline{1,036} \quad C_{mLT} = 0,950$$

$$k_{zy} = 1 - (((0,1 \cdot \lambda'_z)/(C_{mLT} - 0,25)) \cdot (N_{Ed}/((\kappa_z \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1}))) = \underline{0,717}$$

$$\geq 1 - ((0,1/(C_{mLT} - 0,25)) \cdot (N_{Ed}/((\kappa_z \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1}))) = \underline{0,926}$$

$$k_{zy} = \underline{0,926}$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot (N_{Ed}/((\kappa_z \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1}))) = \underline{4,654}$$

$$\leq C_{my} \cdot (1 + 1,4 \cdot (N_{Ed}/((\kappa_z \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1}))) = \underline{1,727}$$

$$k_{zz} = \underline{1,727}$$

Výpočet únosnosti v ohybu  $M_{i,Rk}$ :

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = \underline{324,470} \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = \underline{50,765} \text{ kNm}$$

Posouzení na ohyb a osový tlak:

$$(N_{Ed}/((\kappa_y \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1})) + (k_{yy}(M_{y,Ed}/((\kappa_{LT} \cdot M_{y,Rk})\gamma_{m1})) + (k_{yz}(M_{z,Ed}/((M_{z,Rk})\gamma_{m1})) = \leq 1,0$$

$$\underline{0,573} \leq 1,0$$

$$(N_{Ed}/((\kappa_z \cdot N_{Rk})/\gamma_{m1})) + (k_{zy}(M_{y,Ed}/((\kappa_{LT} \cdot M_{y,Rk})\gamma_{m1})) + (k_{zz}(M_{z,Ed}/((M_{z,Rk})\gamma_{m1})) = \leq 1,0$$

$$\underline{0,980} \leq 1,0$$

Výpočet únosnosti ve smyku  $V_{pl,Rd,i}$ :

$$V_{pl,Rd,z} = (A_{vz} \cdot (f_y/odmocnina(3)))/\gamma_{m0} = \underline{804,670} \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd,y} = (A_{vy} \cdot (f_y/odmocnina(3)))/\gamma_{m0} = \underline{929,081} \text{ kN}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

Posouzení na smyk:

$$V_{Ed,z}/V_{pl,Rd,z} \leq 1,0$$

$$0,028 \leq 1,0$$

$$V_{Ed,y}/V_{pl,Rd,y} \leq 1,0$$

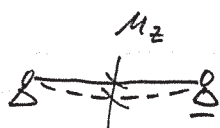
$$0,006 \leq 1,0$$

Posouzení průhybu:

$$u_{lim} = L/250 \quad \underline{62,280} \quad \text{mm}$$

$$u_z \leq u_{lim}$$

$$58,800 \leq 62,280 \quad \text{mm}$$





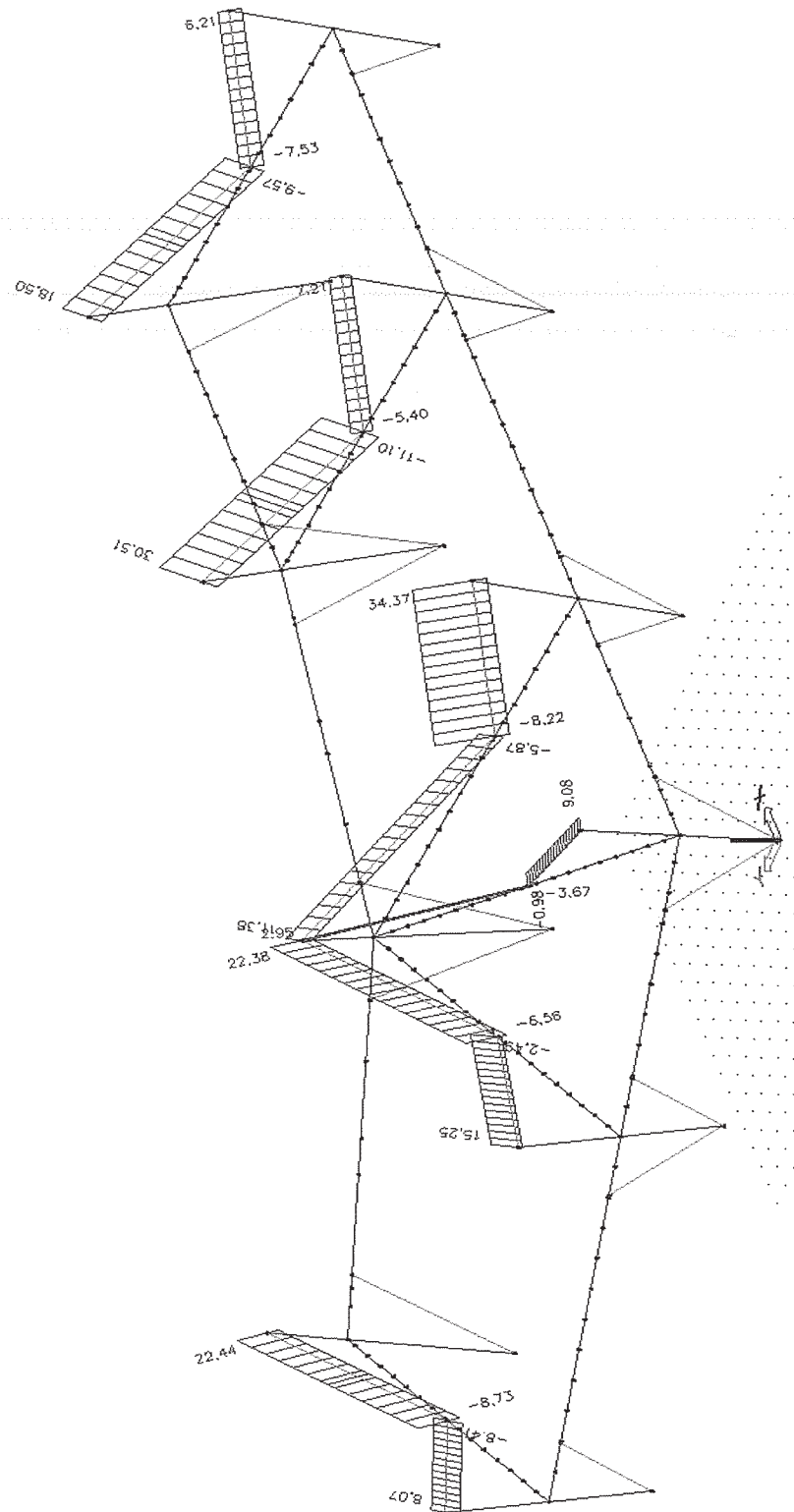
### D. STATICKÝ VÝPOČET

### 4.3 Střešní táhlo

Vnitřní síly:

Střešní táhla jsou dimenzována pouze na tahovou sílu!!!

N



D. STATICKÝ VÝPOČET

POSOUZENÍ STŘEŠNÍHO TÁHLA

Zadání:

$l = 7,50$  m       $N_{Ed} = 34,370$  kNm       $d = 20,000$  mm  
 $A = 234,000$  mm<sup>2</sup>       $\gamma_m = 1,000$   
RO 20       $f_y = 460,000$  Mpa       $f_u = 610,000$  Mpa

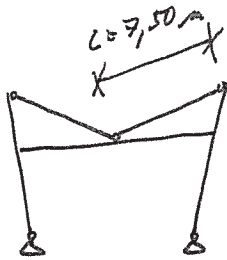
Výpočet únosnosti:

$$N_{Pl,Rd} = (Af_y)/\gamma_{m0} = \underline{107,64} \text{ kN}$$

Posouzení:

$$N_{Ed}/N_{Pl,Rd} \leq 1,00$$

$$0,319 < 1,00$$



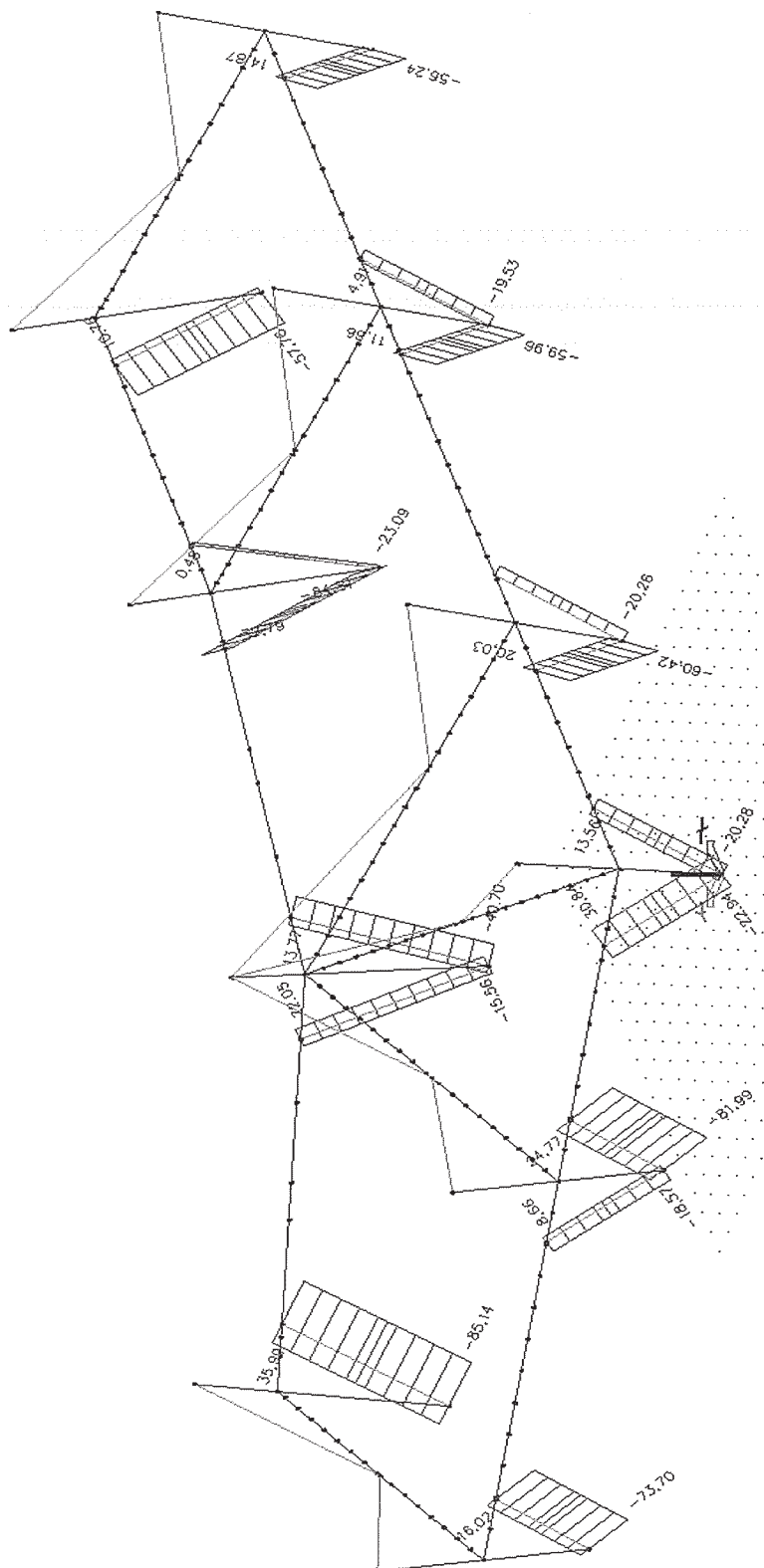
~~20~~



#### 4.4 Svislé ztužidlo

Svislá ztužidla jsou dimenzována pouze na tlakovou sílu!!!

N

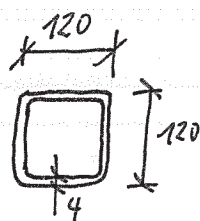
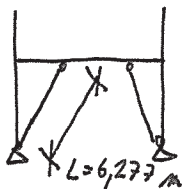


D. STATICKÝ VÝPOČET

POSOUZENÍ SVISLÉHO ZTUŽIDLA

Zadání:

$L = 6,277$	m	$N_{Ed,tak} = 85,140$	kN	$L_{cry} = 6,277$	m
$A = 2060,000$	mm <sup>2</sup>	$N_{Ed,tah} = 0,000$	kN	$L_{crz} = 6,277$	m
$I_y = 4550000$	mm <sup>4</sup>	$\gamma_{m1} = 1,000$	m <sup>4</sup>	$i_y = 47,000$	mm
$I_z = 4550000$	mm <sup>4</sup>	$E = 210000,000$	Mpa	$i_z = 47,000$	mm
		$G = 80700,000$	Mpa	$r^2 = 4418,000$	mm <sup>2</sup>
		$\pi = 3,140$		$f_u = 510,000$	Mpa
<u>JAKL 120/120/4</u>		$f_y = 355,000$	Mpa		



Výpočet štíhlosti:

$$N_{cr,y} = (\pi^2 \cdot E \cdot I_y) / l_{cr,y}^2 = \underline{239103,388} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = (\pi^2 \cdot E \cdot I_z) / l_{cr,z}^2 = \underline{239103,388} \text{ kN}$$

$$N_{cr,\omega} = (L/r^2) \cdot ((\pi^2 \cdot E \cdot I_{\omega}) / l_{cr,\omega}^2) + (G \cdot I_t) = \underline{\#DIV/0!} \text{ kN}$$

$$\lambda'_y = \text{odmocnina}((A \cdot f_y) N_{cr,y}) = \underline{1,749}$$

$$\lambda'_z = \text{odmocnina}((A \cdot f_y) N_{cr,z}) = \underline{1,749}$$

Výpočet součinitele  $\kappa$ :

$$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] = \underline{2,192}$$

$$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z] = \underline{2,293}$$

$$\kappa_y = 1 / (\phi_y + \text{odmocnina}(\phi_y^2 - \lambda'^2_y)) = \underline{0,285}$$

$$\kappa_z = 1 / (\phi_z + \text{odmocnina}(\phi_z^2 - \lambda'^2_z)) = \underline{0,265}$$

$$\kappa_{\omega} = \min \{ \kappa_y; \kappa_z; \kappa_{\omega} \} = \underline{0,265}$$

	křivka	$\alpha$
y-y	a	0,210
z-z	b	0,340

Výpočet únosnosti v tlaku  $N_{b,Rd}$ :

$$N_{b,Rd} = (\kappa \cdot A \cdot f_y) \gamma_{m1} = \underline{193,727} \text{ kN}$$

Výpočet únosnosti na vzpěr:

$$N_{Ed} / N_{b,Rd} \leq 1,0$$

$$\underline{0,439} < \underline{1,0}$$

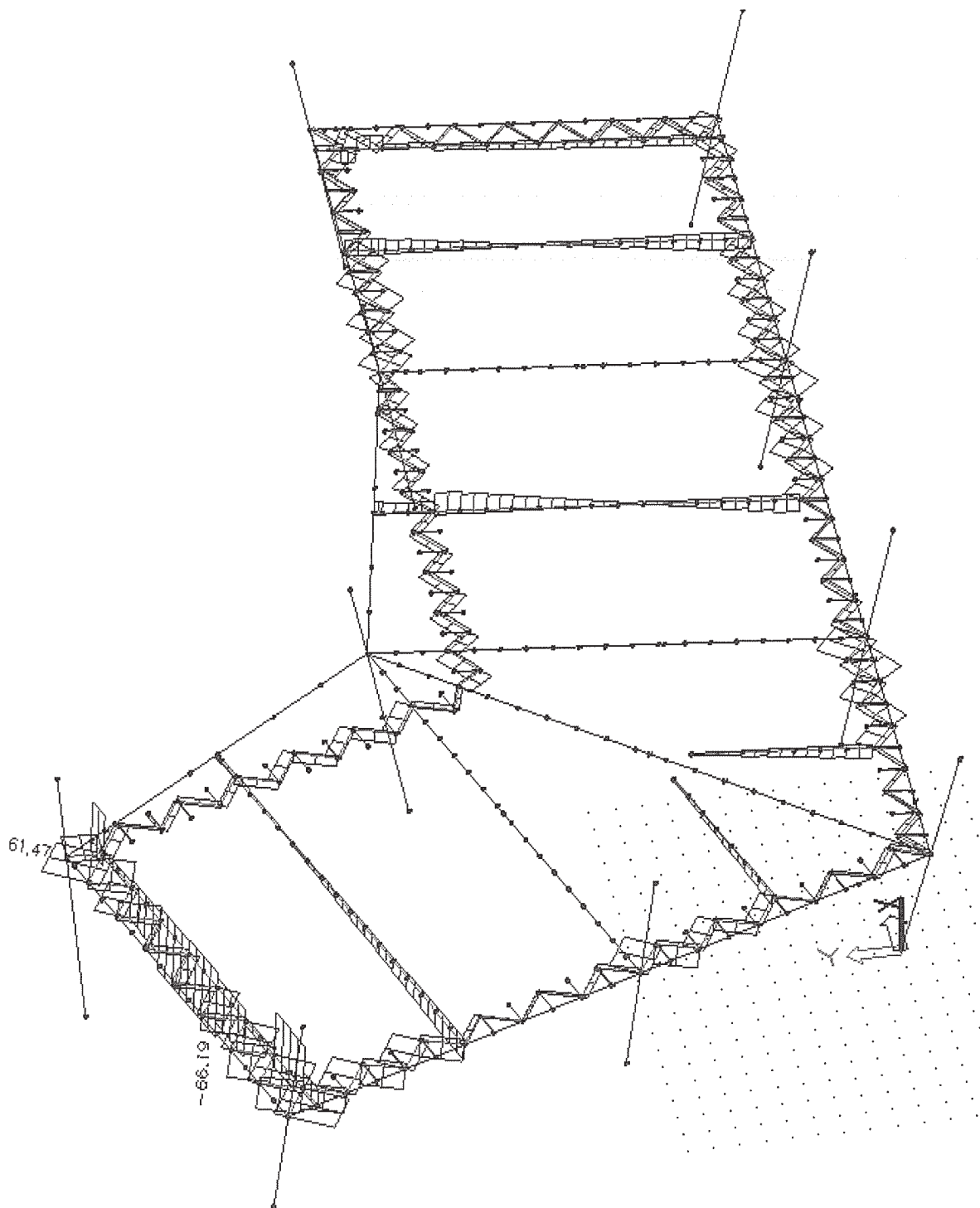
D. STATICKÝ VÝPOČET

## 4.5 Střešní ztužidlo

Vnitřní síly:

Svislá ztužidla jsou dimenzována pouze na tlakovou sílu!!!

N



D. STATICKÝ VÝPOČET

POSOUZENÍ STŘEŠNÍHO ZTUŽIDLA

Zadání:

$L = 1,640$	m	$N_{Ed,tlak} = 66,190$	kN	$L_{cry} = 1,640$	m
$A = 1350,000$	mm <sup>2</sup>	$N_{Ed,tah} = 61,470$	kN	$L_{crz} = 1,640$	m
$I_y = 2060000$	mm <sup>4</sup>	$\gamma_{m1} = 1,000$	m <sup>4</sup>	$L_{cr\omega} = 1,640$	m
$I_z = 293000$	mm <sup>4</sup>	$E = 210000,000$	Mpa	$i_y = 39,100$	mm
$I_t = 28100$	mm <sup>4</sup>	$G = 80700,000$	Mpa	$i_z = 14,700$	mm
$I_w = 410000000$	mm <sup>6</sup>	$\pi = 3,140$		$r^2 = 1744,900$	mm <sup>2</sup>
<u>U 100</u>		$f_y = 355,000$	Mpa	$f_u = 510,000$	Mpa

Výpočet štíhlosti:

$$N_{cr,y} = (\pi^2 \cdot E \cdot I_y) / l_{cr,y}^2 = \underline{1585835,425 \text{ kN}}$$

$$N_{cr,z} = (\pi^2 \cdot E \cdot I_z) / l_{cr,z}^2 = \underline{225558,145 \text{ kN}}$$

$$N_{cr,\omega} = (L/r^2) \cdot ((\pi^2 \cdot E \cdot I_\omega) / l_{cr,\omega}^2) + (G \cdot I_t) = \underline{2427994,613 \text{ kN}}$$

$$\lambda'_y = \text{odmocnina}((A \cdot f_y) / N_{cr,y}) = \underline{0,550}$$

$$\lambda'_z = \text{odmocnina}((A \cdot f_y) / N_{cr,z}) = \underline{1,458}$$

$$\lambda'_\omega = \text{odmocnina}((A \cdot f_y) / N_{cr,\omega}) = \underline{0,444}$$

Výpočet součinitele  $\kappa$ :

$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] = \underline{0,688}$	křivka	$\alpha$			
$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z] = \underline{1,776}$			y-y	a	0,210
$\phi_\omega = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_\omega - 0,2) + \lambda'^2_\omega] = \underline{0,640}$			z-z	b	0,340

$$\kappa_y = 1 / (\phi_y + \text{odmocnina}(\phi_y^2 - \lambda'^2_y)) = \underline{0,908}$$

$$\kappa_z = 1 / (\phi_z + \text{odmocnina}(\phi_z^2 - \lambda'^2_z)) = \underline{0,358}$$

$$\kappa_\omega = 1 / (\phi_\omega + \text{odmocnina}(\phi_\omega^2 - \lambda'^2_\omega)) = \underline{0,908}$$

$$\kappa_\omega = \min \{ \kappa_y; \kappa_z; \kappa_\omega \} = \underline{0,358}$$

Výpočet únosnosti v tlaku  $N_{b,Rd}$ :

$$N_{b,Rd} = (\kappa \cdot A \cdot f_y) / \gamma_{m1} = \underline{171,708 \text{ kN}}$$

Výpočet únosnosti na vzpěr:

$$N_{Ed} / N_{b,Rd} \leq 1,0$$

$$0,385 < 1,0$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

Výpočet únosnosti v tahu  $N_{t,Rd}$ :

$$N_{t,Rd} = (A \cdot f_y) \gamma_{m1} = \underline{479,250} \quad \text{kN}$$

Posouzení únosnosti na tah:

$$N_{Ed}/N_{t,Rd} \leq 1,0$$

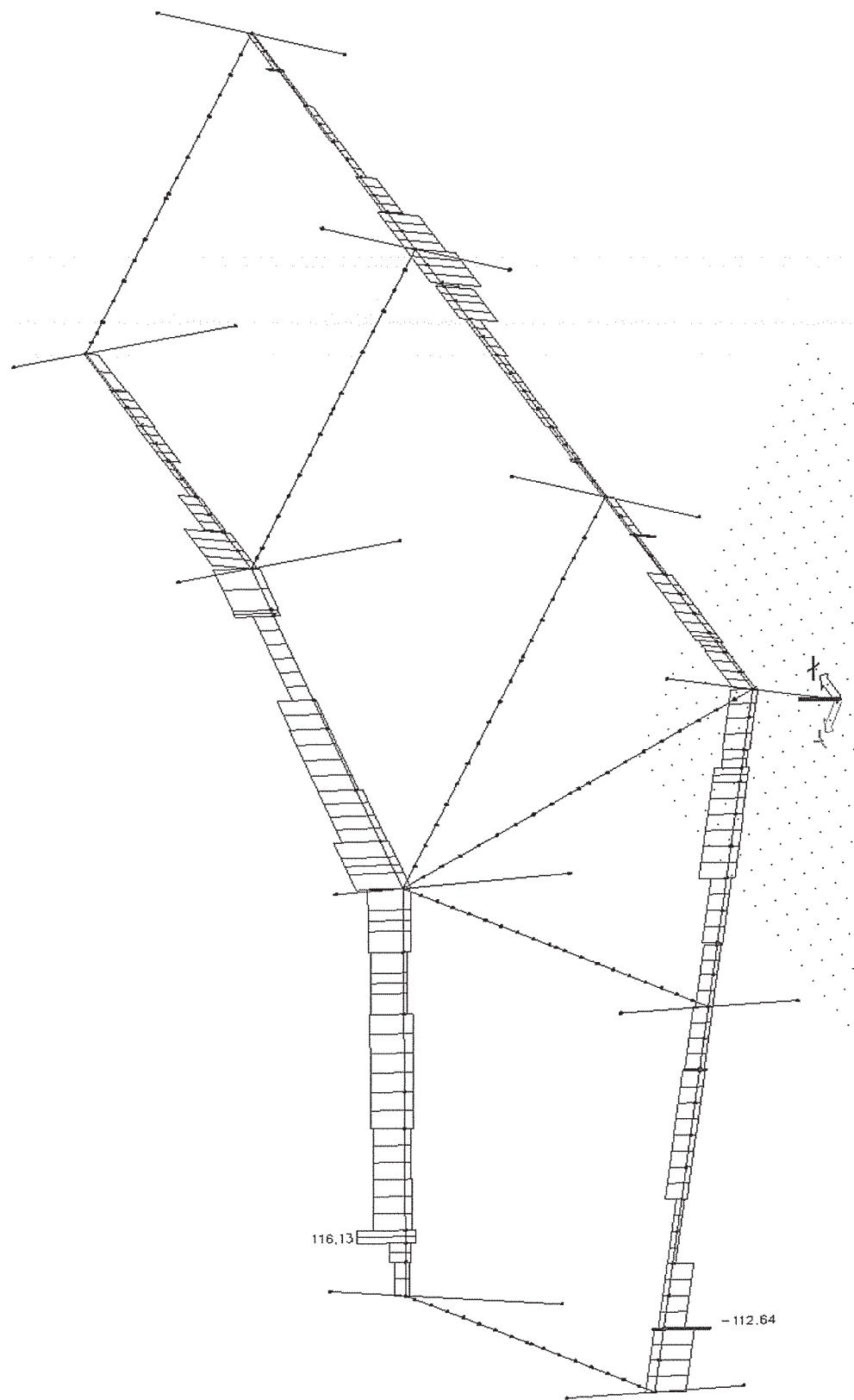
$$0,128 < 1,0$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

## 4.6 Obvodové ztužidlo

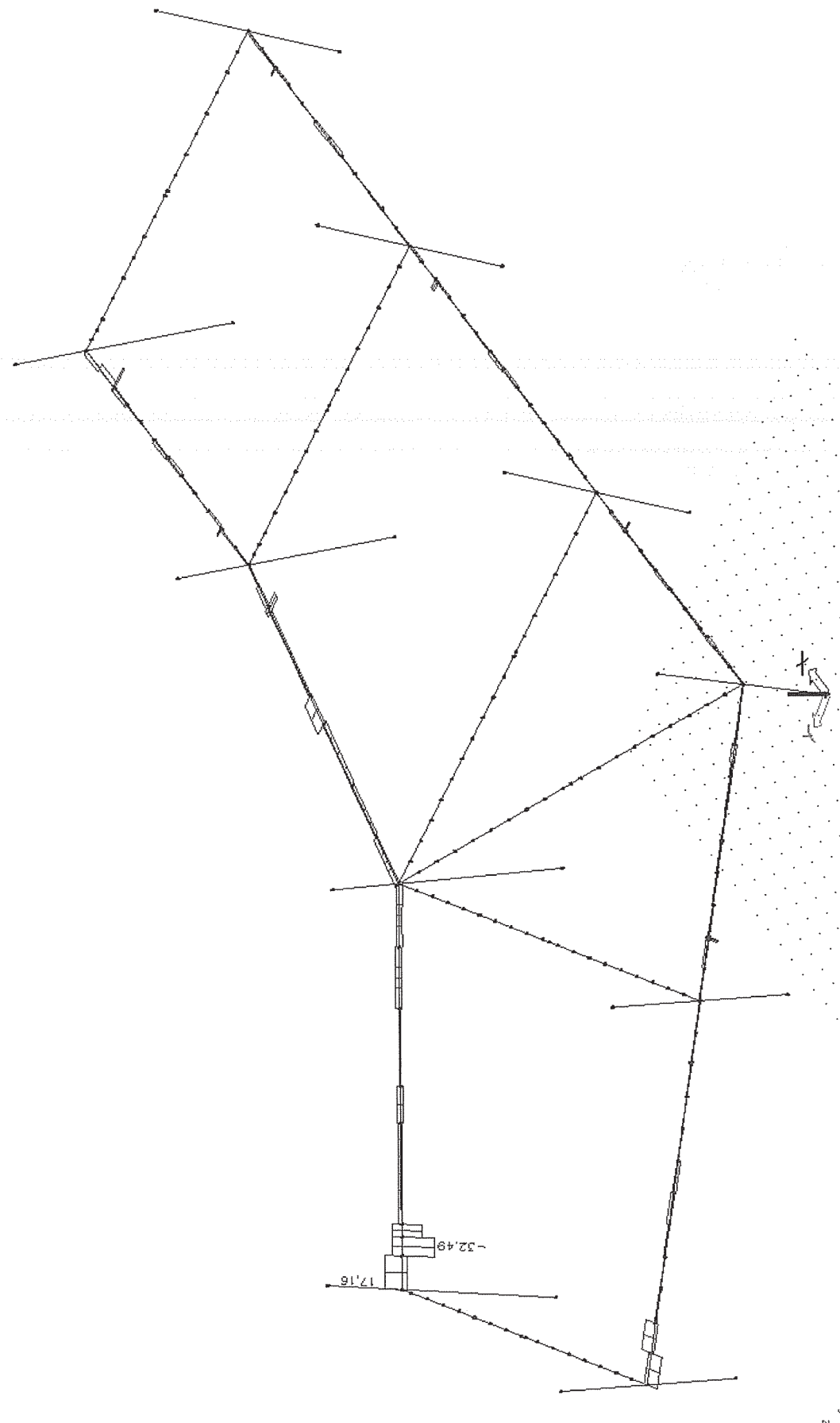
Vnitřní síly:

N



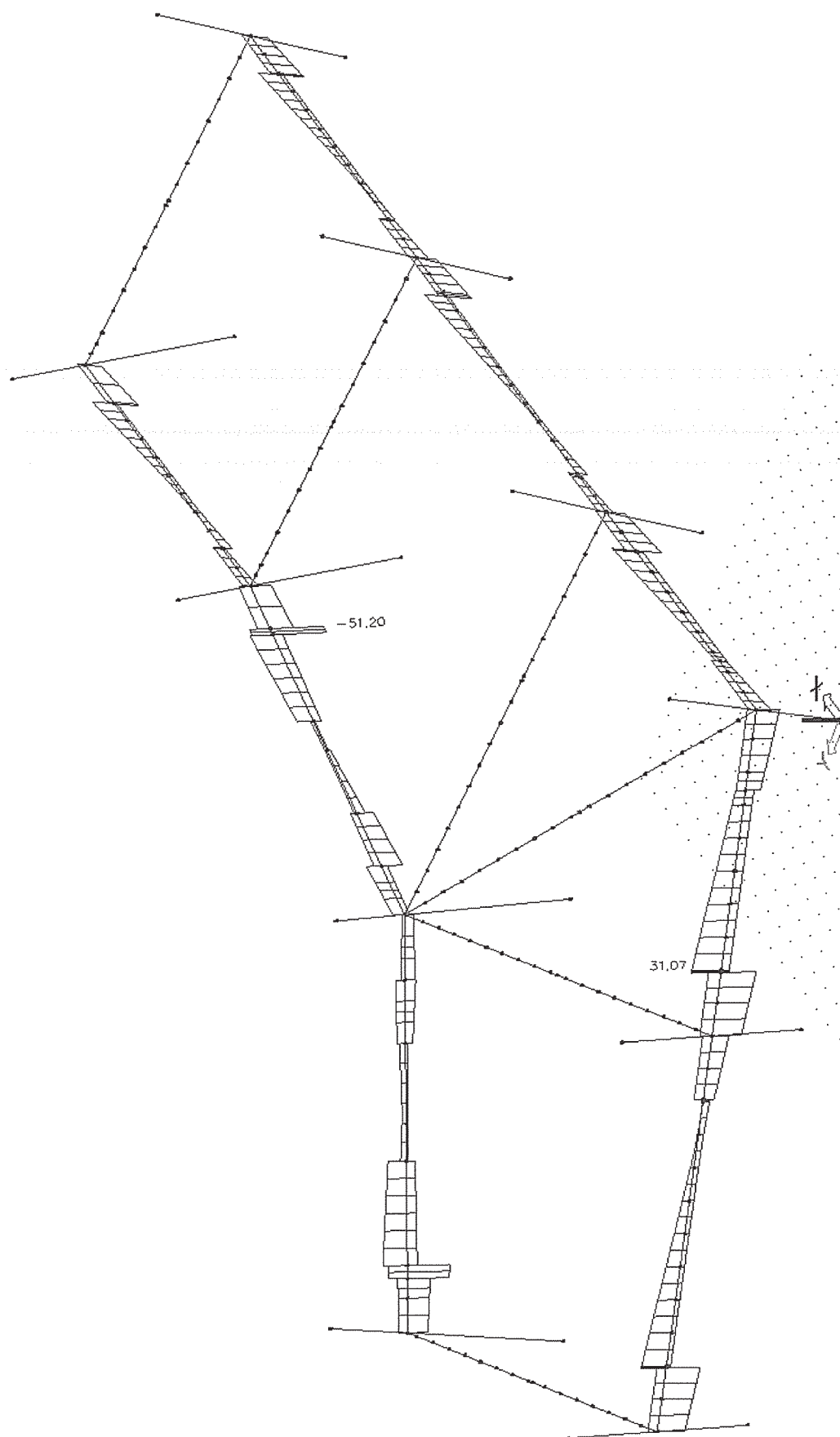
D. STATICKÝ VÝPOČET

$V_y$



D. STATICKÝ VÝPOČET

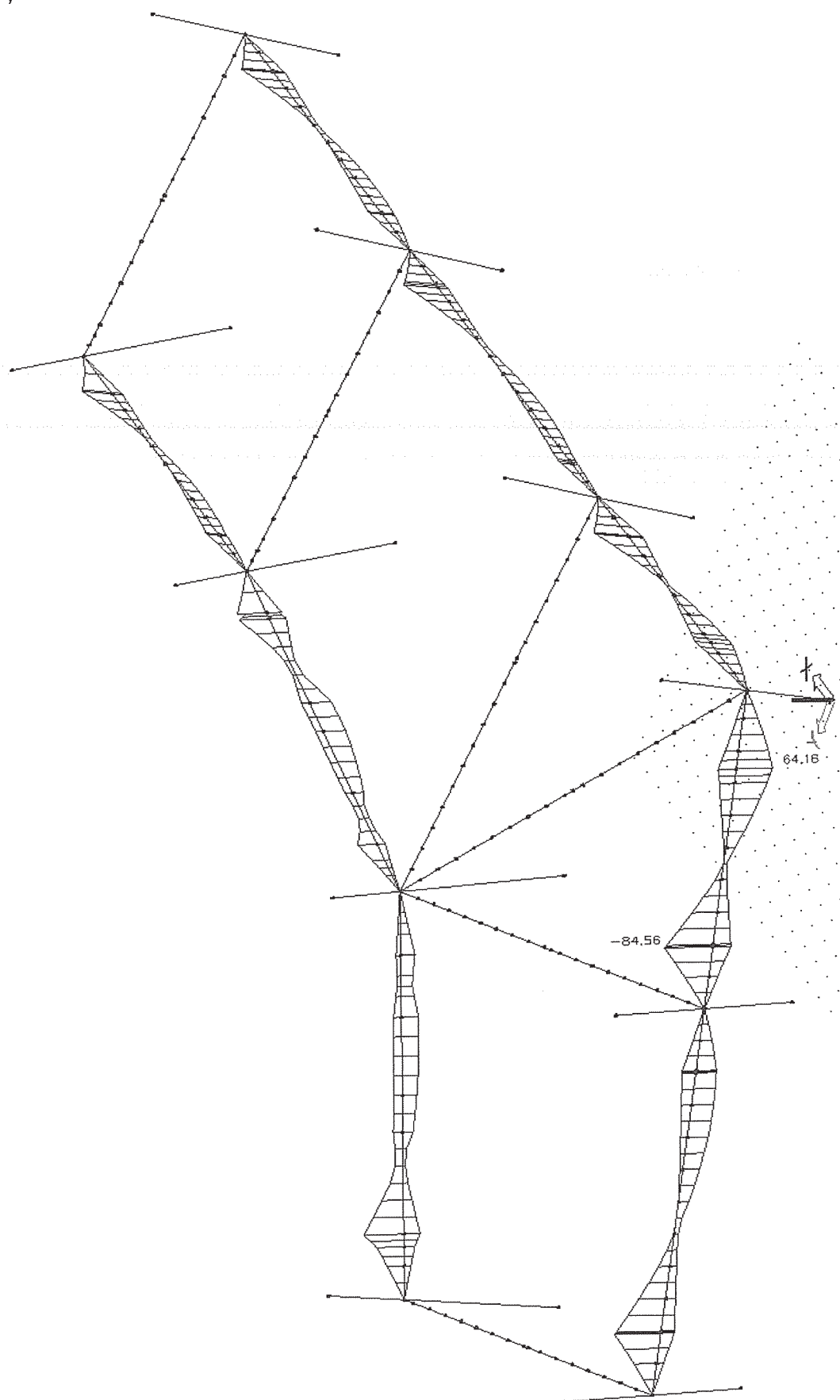
$V_z$





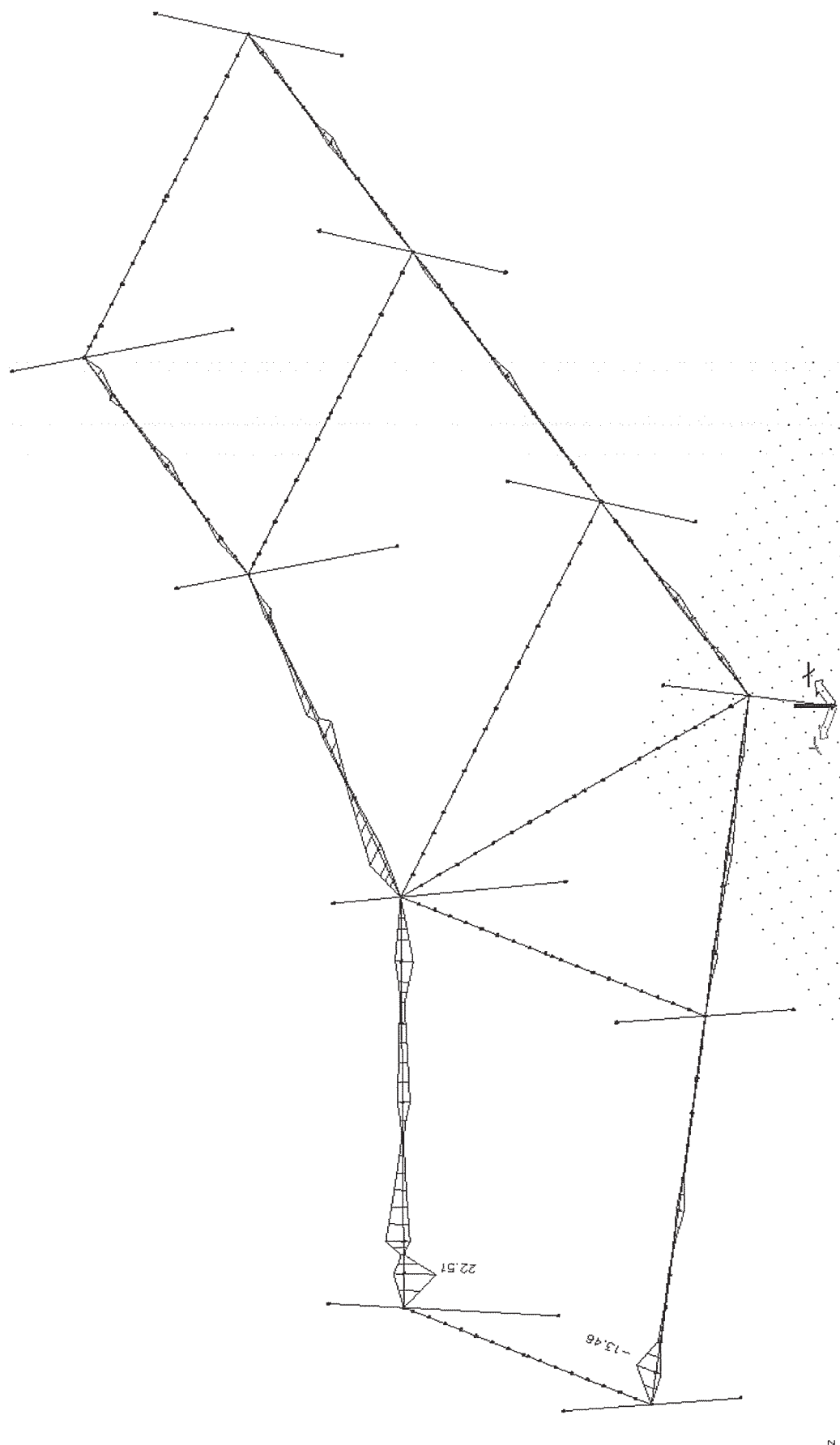
D. STATICKÝ VÝPOČET

$M_y$



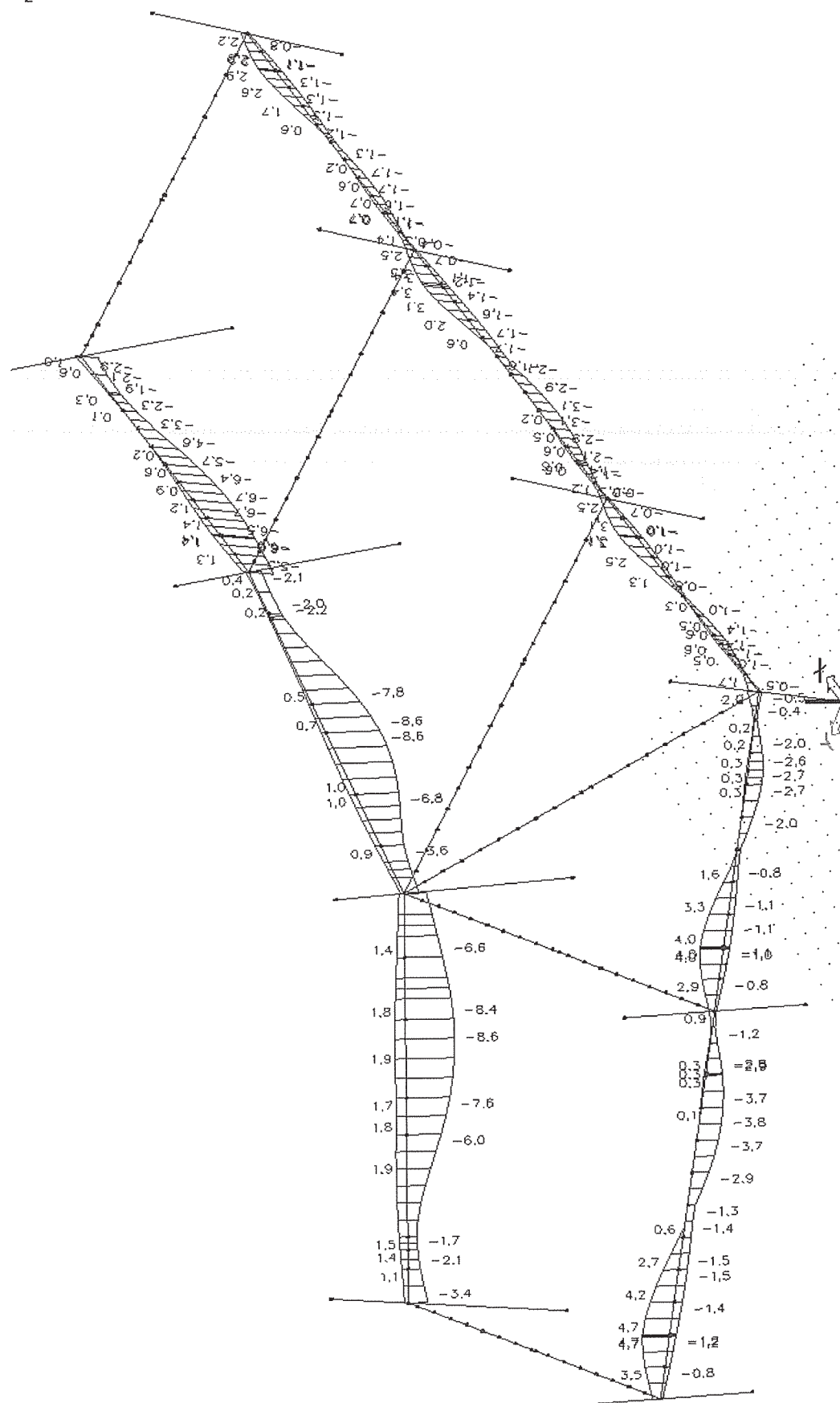
D. STATICKÝ VÝPOČET

$M_z$



D. STATICKÝ VÝPOČET

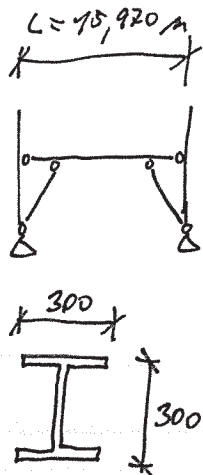
$U_z$



D. STATICKÝ VÝPOČET

POSOUZENÍ OBVODOVÉHO ZTUŽIDLA

Zadání:



$L = 15,970$	m	$N_{Ed,tlak} = 112,640$	kN	$b = 0,300$	m
$A = 14910,000$	mm <sup>2</sup>	$N_{Ed,tah} = 116,130$	kN	$h = 0,300$	m
$I_y = 251700000$	mm <sup>4</sup>	$V_{y,Ed} = 32,490$	kNm	$L_{cry} = 15,970$	m
$I_z = 85630000$	mm <sup>4</sup>	$V_{z,Ed} = 51,200$	kNm	$L_{crz} = 15,970$	m
$i_y = 129,900$	mm	$M_{y,Ed} = 84,560$	kNm	$L_{cr\omega} = 15,970$	m
$i_z = 75,800$	mm	$M_{z,Ed} = 22,510$	kNm	$W_{y,pl} = 1869000$	mm <sup>2</sup>
$I_t = 1850000$	mm <sup>4</sup>	$\gamma_{m1} = 1,000$	m <sup>4</sup>	$W_{z,pl} = 870100$	mm <sup>2</sup>
$I_w = 1688000000000$	mm <sup>6</sup>	$E = 210000,000$	Mpa	$A_{vz} = 4743$	mm <sup>2</sup>
$u_z = 8,600$	mm	$G = 80700,000$	Mpa	$A_{vy} = 11400$	mm <sup>2</sup>
		$\pi = 3,140$			
<u>HEB 300</u>		$f_y = 355,000$	Mpa	$f_u = 510,000$	Mpa

Výpočet štíhlosti:

$\lambda_y =$	$L_{cry}/i_y =$	<u>122,941</u>
$\lambda_z =$	$L_{crz}/i_z =$	<u>210,686</u>
$\lambda_1 =$	$93,9 \cdot \text{odmocnina}(235/f_y) =$	<u>76,399</u>
$\lambda'_y =$	$(\lambda_y/\lambda_1) \cdot \text{odmocnina}(\beta_A) =$	<u>1,609</u>
$\lambda'_z =$	$(\lambda_z/\lambda_1) \cdot \text{odmocnina}(\beta_A) =$	<u>2,758</u>

Výpočet součinitele  $\kappa$ :

$\phi_y =$	$0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] =$	<u>1,943</u>	křivka	$\alpha$
$\phi_z =$	$0,5 \cdot [1 + \alpha(\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z] =$	<u>4,737</u>	y-y	a
$\kappa_y =$	$1/(\phi_y + \text{odmocnina}(\phi_y^2 - \lambda'^2_y)) =$	<u>0,330</u>	z-z	b
$\kappa_z =$	$1/(\phi_z + \text{odmocnina}(\phi_z^2 - \lambda'^2_z)) =$	<u>0,116</u>		0,210
				0,340

Výpočet únosnosti v tlaku  $N_{RK}$ :

$$N_{RK} = A \cdot f_y = \underline{5293,050} \text{ kN}$$

Křivka klopení  $\kappa_{LT}$ :

$k_{wt} =$	$(\pi/(k_w \cdot L) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_w)/(G \cdot I_t))) =$	<u>0,606</u>	$k_y = 1,000$
$z_g =$	$z_a - z_s =$	<u>0,000</u>	$k_z = 0,500$
$\zeta_g =$	$(\pi \cdot z_g/(k_z \cdot L) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_z)/(G \cdot I_t))) =$	<u>0,000</u>	$k_w = 0,500$
$\zeta_g =$	$(\pi \cdot z_j/(k_z \cdot L) \cdot \text{odmocnina}((E \cdot I_z)/(G \cdot I_t))) =$	<u>0,000</u>	$C_{1,0} = 0,950$

D. STATICKÝ VÝPOČET

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) = \underline{0,930} \quad C_{1,1} = 0,970$$

$$\mu_{cr} = (C_1/k_z)[(odm(1+k_{wt}^2 + (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2) - ((C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2)] = \underline{2,175} \quad z_a = 150,000 \text{ mm}$$

$$M_{cr} = odmocnina(E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t) / L = \underline{700636365,632} \quad z_s = 150,000 \text{ mm}$$

$$\lambda'_{LT} = odmocnina((W_y \cdot f_y) / M_{cr}) = \underline{0,973} \quad z_j = 0,000 \text{ mm}$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT}(\lambda'_{LT} - 0,2) + \lambda'^2_{LT}] = \underline{1,124} \quad C_2 = 0,310$$

$$\kappa_{LT} = 1 / (\phi_{LT} + odmocnina(\phi_{LT}^2 - \lambda'^2_{LT})) = \underline{0,889} \quad C_3 = 0,670$$

$$\alpha_{LT} = 0,390$$

Interakční součinitele  $k_{ij}$ :

$$k_{yy} = C_{my} \cdot (1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,091} \quad \alpha_h = 0,000$$

$$<= C_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,052} \quad C_{my} = 0,950$$

$$k_{yy} = \underline{1,052} \quad C_{mz} = 0,950$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = \underline{0,754} \quad C_{mLT} = 0,950$$

$$k_{zy} = 1 - (((0,1 \cdot \lambda'_z) / (C_{mLT} - 0,25)) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{0,928}$$

$$>= 1 - ((0,1 / (C_{mLT} - 0,25)) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{0,974}$$

$$k_{zy} = \underline{0,974}$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot (1 + (2 \cdot \lambda'_z - 0,6) \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,898}$$

$$<= C_{my} \cdot (1 + 1,4 \cdot (N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1}))) = \underline{1,256}$$

$$k_{zz} = \underline{1,256}$$

Výpočet únosnosti v ohybu  $M_{i,Rk}$ :

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = \underline{663,495} \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = \underline{308,886} \text{ kNm}$$

Posouzení na ohyb a osový tlak:

$$(N_{Ed} / ((\kappa_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{yy}(M_{y,Ed} / ((\kappa_{LT} \cdot M_{y,Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{yz}(M_{z,Ed} / ((M_{z,Rk}) / \gamma_{m1})) = <= 1,0$$

$$\underline{0,270} <= \underline{1,0}$$

$$(N_{Ed} / ((\kappa_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{zy}(M_{y,Ed} / ((\kappa_{LT} \cdot M_{y,Rk}) / \gamma_{m1})) + (k_{zz}(M_{z,Ed} / ((M_{z,Rk}) / \gamma_{m1})) = <= 1,0$$

$$\underline{0,414} <= \underline{1,0}$$

Výpočet únosnosti ve smyku  $V_{pl,Rd,i}$ :

$$V_{pl,Rd,z} = (A_{vz} \cdot (f_y / odmocnina(3))) / \gamma_{m0} = \underline{972,122} \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd,y} = (A_{vy} \cdot (f_y / odmocnina(3))) / \gamma_{m0} = \underline{2336,537} \text{ kN}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

Posouzení na smyk:

$$V_{Ed,z}/N_{pl,Rd,z} \leq 1,0$$

$$0,053 \leq 1,0$$

$$V_{Ed,y}/N_{pl,Rd,y} \leq 1,0$$

$$0,014 \leq 1,0$$

Výpočet únosnosti v tahu  $N_{t,Rd,i}$ :

$$N_{t,Rd} = (A \cdot (f_y)/\gamma_{m0} = \underline{5293,050} \quad \text{kN}$$

Posouzení na tah:

$$N_{Ed,tah}/N_{t,Rd} \leq 1,0$$

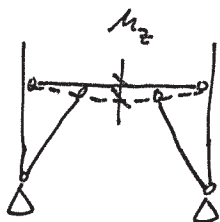
$$0,022 \leq 1,0$$

Posouzení průhybu:

$$u_{lim} = L/250 \quad \underline{63,880} \quad \text{mm}$$

$$u_z \leq u_{lim}$$

$$8,600 \leq 63,880 \quad \text{mm}$$

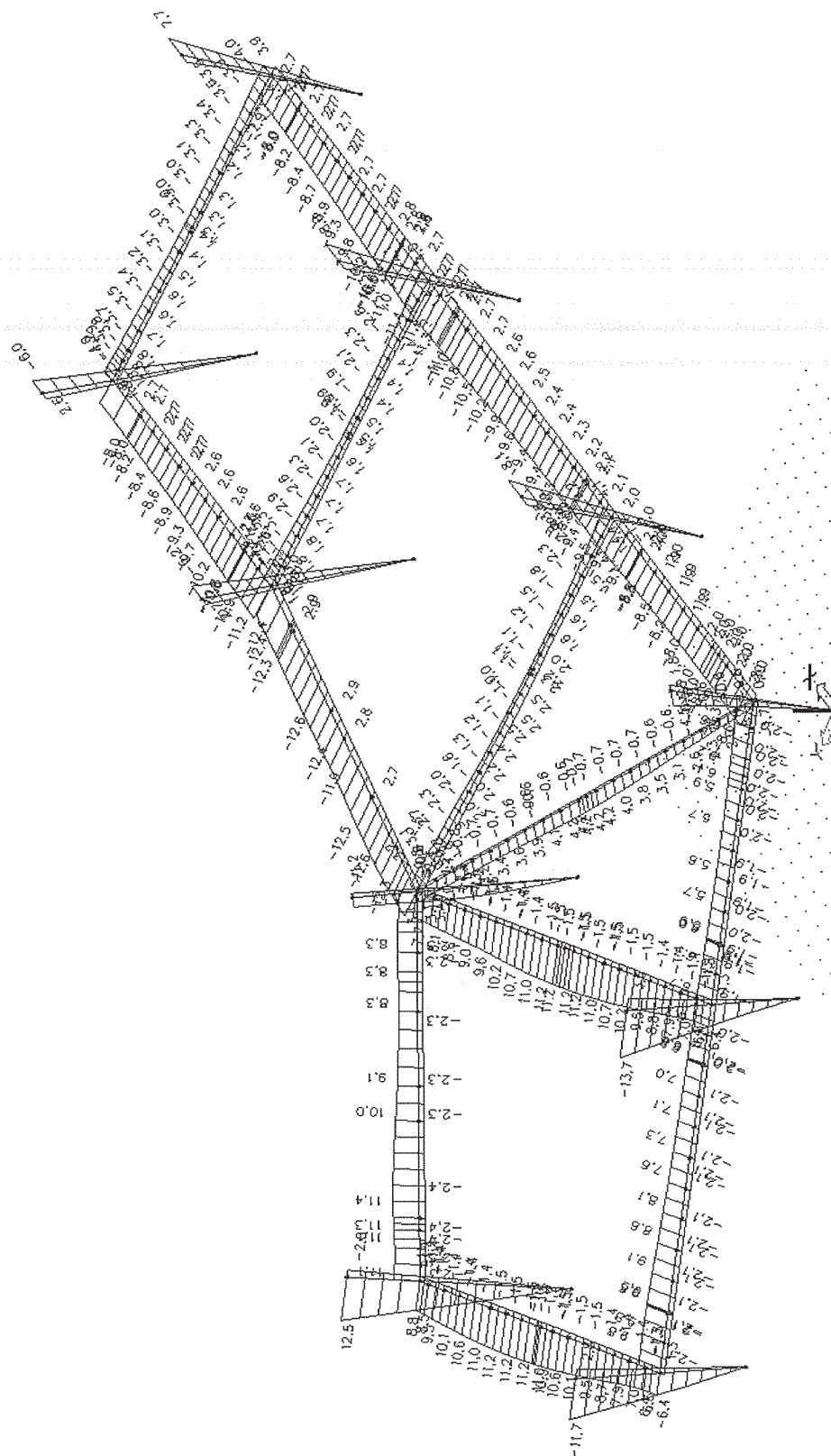


D. STATICKÝ VÝPOČET

## 4.7 Posouzení průhybu konstrukce

### Průhyby

$U_y$



D. STATICKÝ VÝPOČET

$$u_{y,\max} = 12,600 \text{ mm}$$

$$u_{\text{lim}} = H/250 = 4690/250 = 18,760 \text{ mm}$$

$$u_{\text{lim}} \Rightarrow u_{y,\max}$$

$$\underline{18,760 > 12,600 \text{ mm} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}}$$

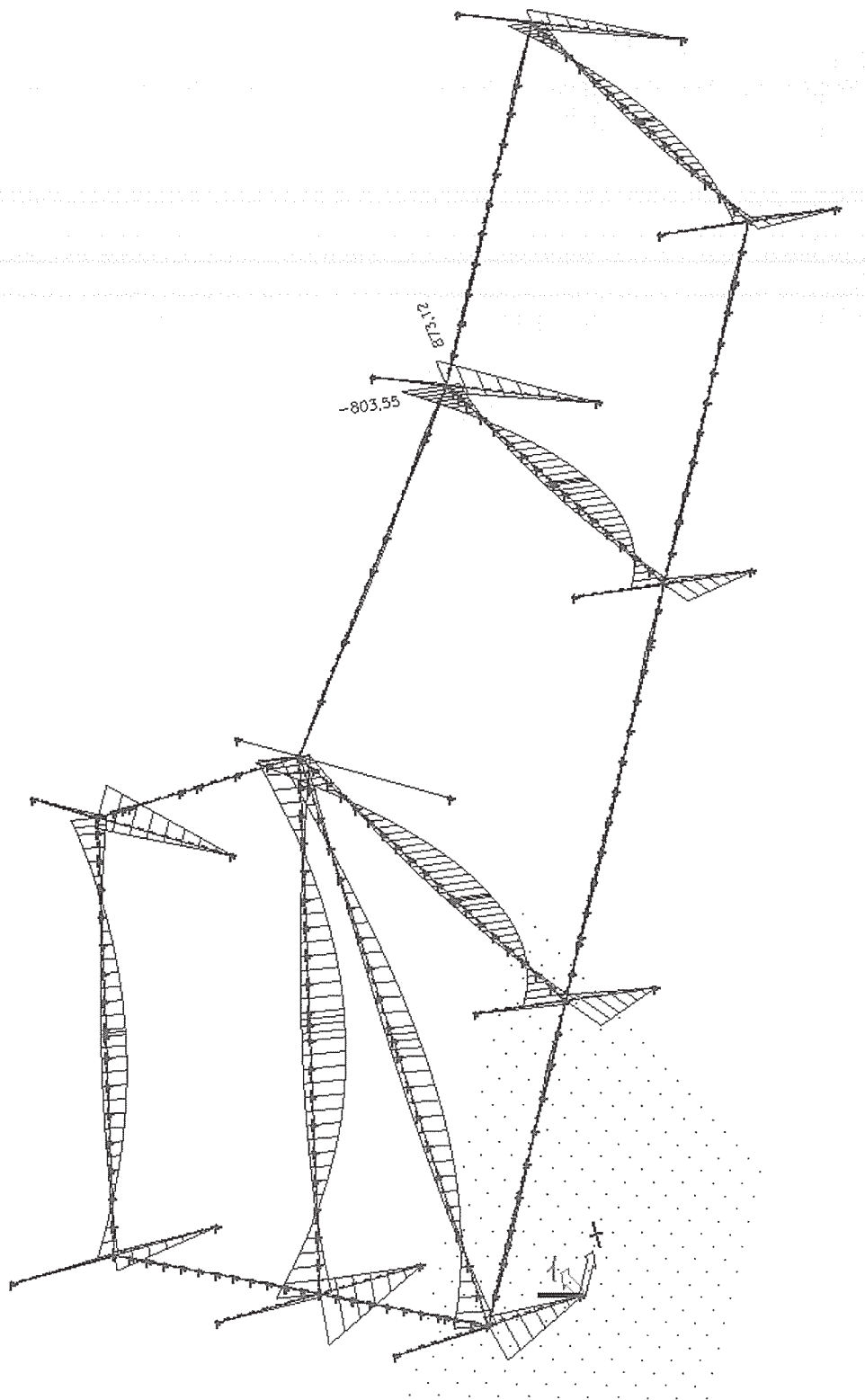


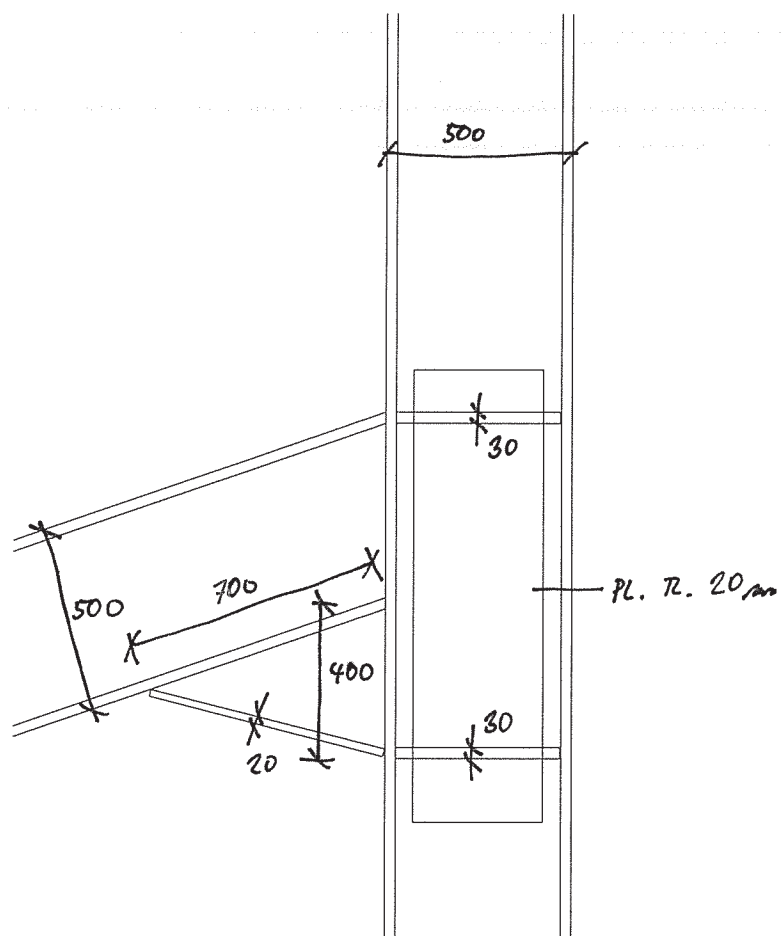
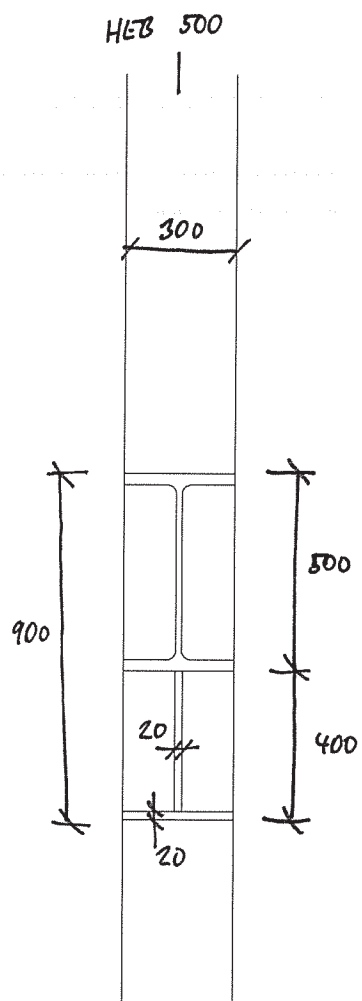
D. STATICKÝ VÝPOČET

## 5 SPOJE

### 5.1 Rámové spoje

#### 5.1.1 Rámový spoj ve všech osách, kromě spoje, kde se stýkají osy 3, 4, 5 v jednom bodě





**Uzel 2 : svařovaný přípoj nosník na sloup strana AB**  
**Podle EC3, revidovaná příloha J**

**1. zadání dat**

Sloup HEB500

Připojený prutHEB500

Náběh dolní s pásnicí		
hc	400.00	mm
lc	700.00	mm
b	300.00	mm
tf	20.00	mm
tw	20.00	mm
svař. ab	26.00	mm
svař. ac	21.00	mm

Dílčí souč.spolehlivosti	
Gamma M0	1.10
Gamma M1	1.10
Gamma Mb	1.25
Gamma Ms	1.25
Gamma Mw	1.25

Výz. stojiny		
ls	1220.06	mm
bs	350.00	mm
ts	20.00	mm
as	15.00	mm
fy	355.00	MPa

**Výztuha**

Výztuha v tažené oblasti

Výztuha v tlačené oblasti

Čís.	poz.[mm]	fy[MPa]
1	904.08	355.00
2	0.00	355.00

**Vnitřní síly**

Číslo kombinace MSÚ 1		
N	168.46	kN
Vz	374.62	kN
My	-924.53	kNm

Tah nahoře

**2. Návrhová momentová únosnost MRd**

**2.1. Návrhová únosnost základních složek**

data		
Vwp,Rd	2440.49	kN

data		
Fc,wc,Rd	2931.21	kN
Fc,fb,Rd	2931.21	kN
Ft,fc,Rd	2931.21	kN
Ft,wc,Rd	2931.21	kN

## 2.2. Stanovení Mj,Rd

Mj,Rd data		
F	2440.49	kN
h	904.90	mm
Mj,Rd	2208.40	kNm
Mj,Rd	2208.40	kNm

(zahrnující osovou sílu)

## 2.3. Stanovení Mj,Rd pro tlačný náběh na nosníku

data		
Mj,Rd	958.41	kNm
MSd	-618.11	kNm

## 3. Návrhová smyková únosnost VRd

VRd = 4090.99 kN

## 4. Výpočet výztuhy

### 4.1. Návrhová tuhost při natočení

Sj data		
Sj	1014.78	MNm/rad
Sj,ini	1014.78	MNm/rad
z	904.90	mm
mu	1.00	
k1	5.90	mm
k2	-	
k2	-	

### 4.2. Klasifikace tuhosti

Tuhostní data		
E	210000.00	MPa
Ib	1072000013.66	mm <sup>4</sup>
Lb	2539.99	mm
typ rámu	vyztužený	
S1	709.04	MNm/rad
S2	44.32	MNm/rad

Systém tuhý

### 4.3 Posudek požadavků tuhosti

Tuhostní data		
Fi y	nekonečno	MNm/rad
Souč. modifikace tuhosti	2.00	
Sj,app	nekonečno	MNm/rad

**Tuhostní data**

Sj,dolní hranice	709.04	MNm/rad
Sj,horní hranice	nekonečno	MNm/rad

Sj,ini je uvnitř mezí.

Tuhost aktuálního přípoje je přizpůsobena tuhosti přípoje výpočetního modelu.

**4.4 Klasifikace poddajnosti**

Způsob selhání je umístěn ve smykové oblasti sloupu.

Tyto výsledky v klasifikaci poddajný pro poddajnost : třída 1.

**5. Jednotkové posudky**

**Jedn. posudky**

MSd/MjRd	0.64
VSd/VRd	0.09

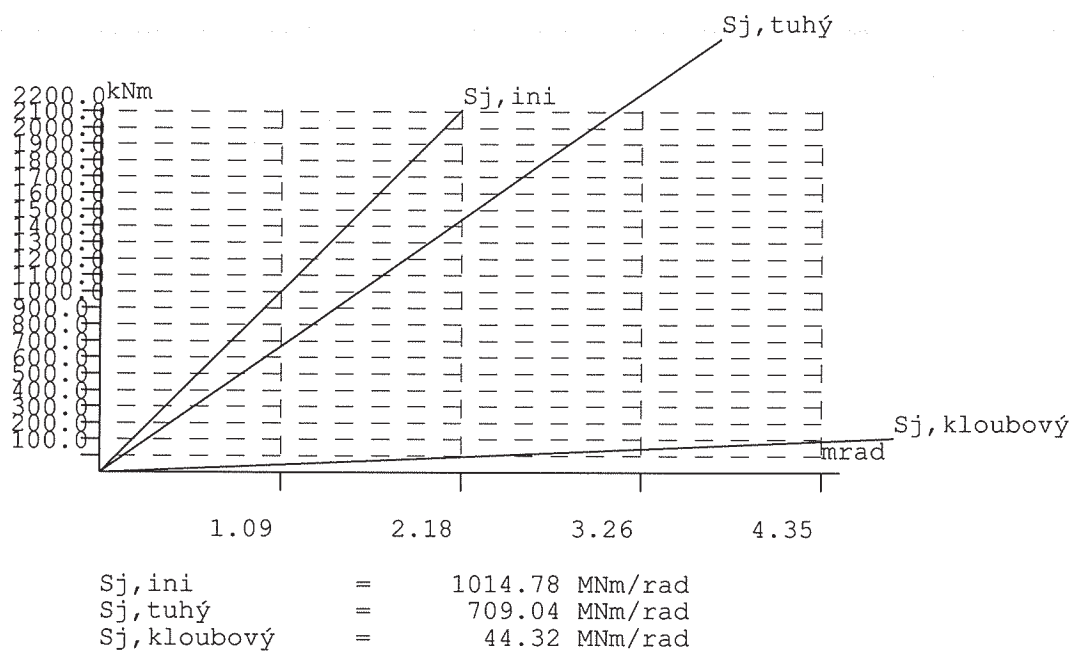
**Přípoj vyhovuje.**

**6. Návrhové výpočty**

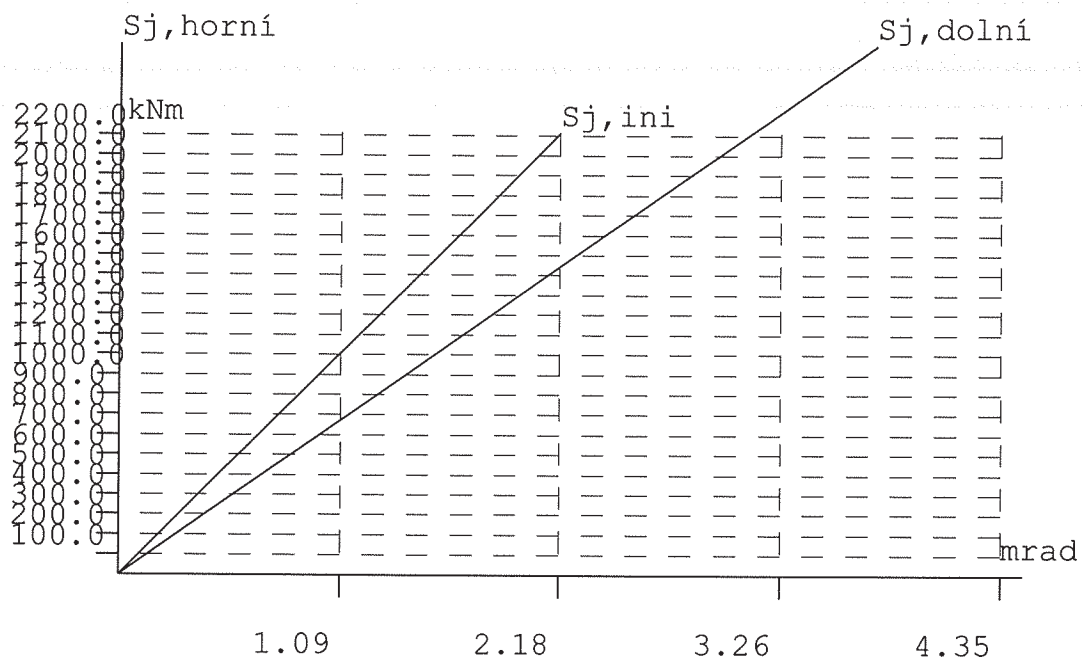
Upozornění : Výpočet návrhu se provádí za použití aktuálních vnitřních sil

**data**

af	20.00	mm
aw	11.00	mm
Minimální th	28.00	mm

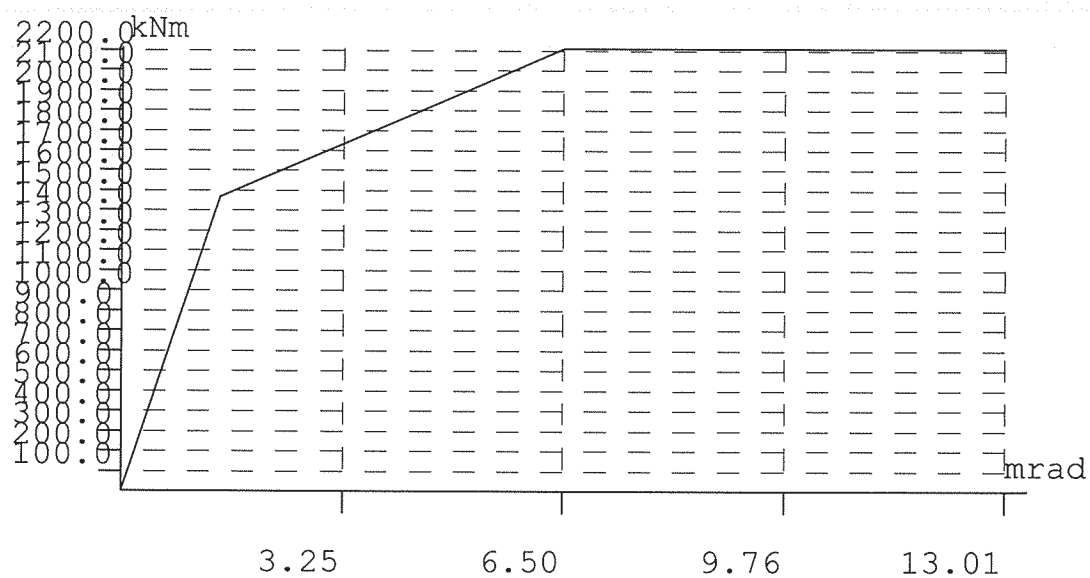


Klasifikace tuhosti : Uzel 2,Nosník 3



$S_{j,ini}$	=	1014.78 MNm/rad
$S_{j,dolní}$	=	709.04 MNm/rad
$S_{j,horní}$	=	nekonečno MNm/rad

Klasifikace tuhosti : Uzel 2,Nosník 3

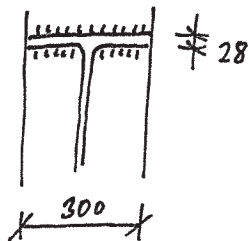
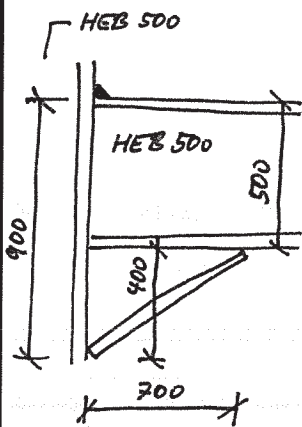


$S_{j,ini}$	=	1014.78 MNm/rad
$S_{j,MRd}$	=	339.57 MNm/rad

Momentově rotační diagram : Uzel 2,Nosník 3



D. STATICKÝ VÝPOČET



NAVRH A POSOUZENÍ SVARU

$$M_{ed} = 803,55 \text{ kN}$$

$$\beta_w = 0,90$$

$$\gamma_{M_2} = 1,25$$

$$f_m = 510 \text{ MPa}$$

$$a_F = \frac{M_{ed} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M_2} \cdot \sqrt{3}}{H - t_{pL}} = \frac{803,55 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 1,25 \cdot \sqrt{3}}{900 - 28} = \frac{2 \cdot b_{pL} \cdot f_m}{2 \cdot 300 \cdot 510}$$

$$= 5,868 \text{ mm}$$

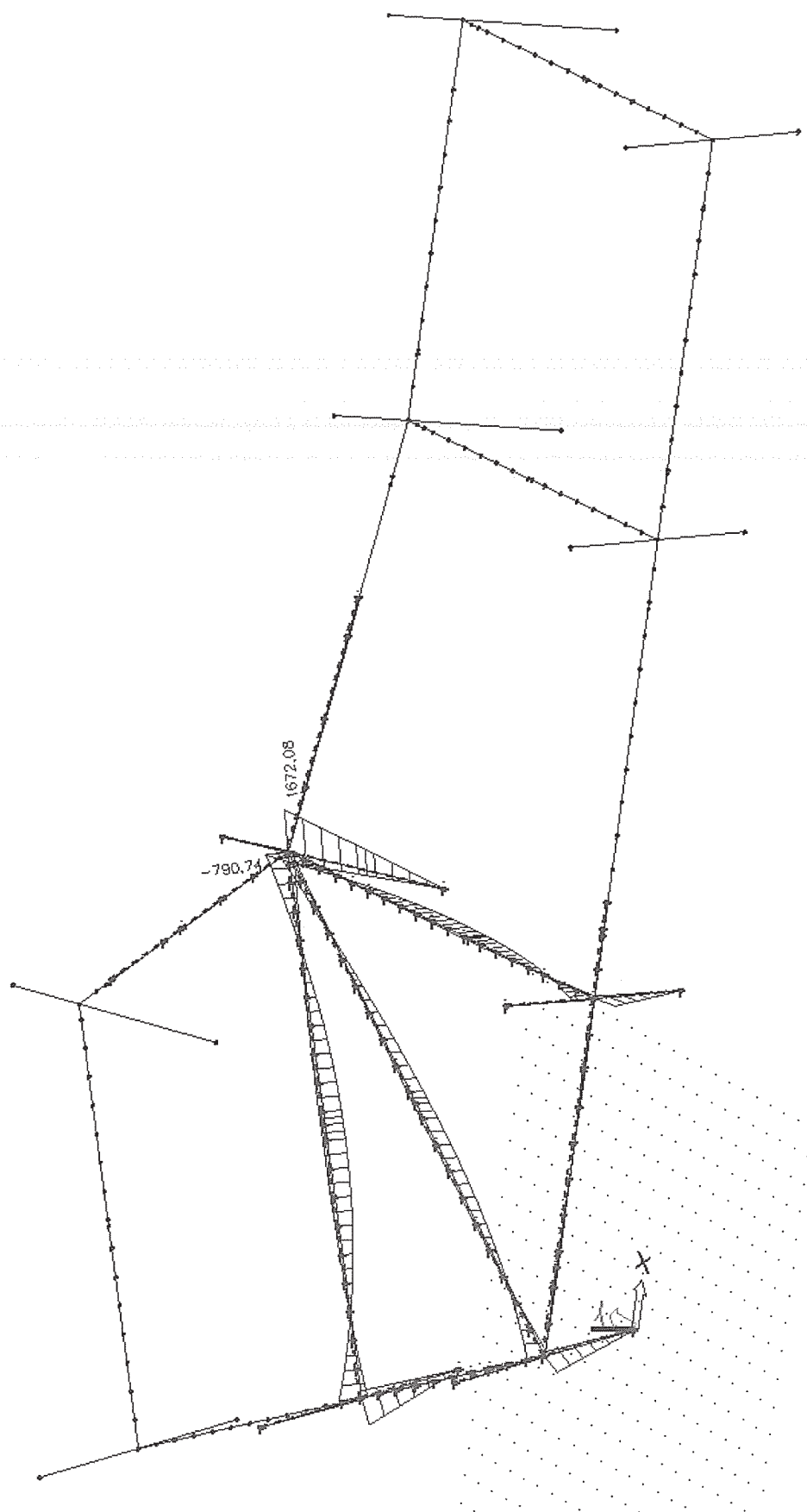
NAVRŽENO  $a_F = 8 \text{ mm}$

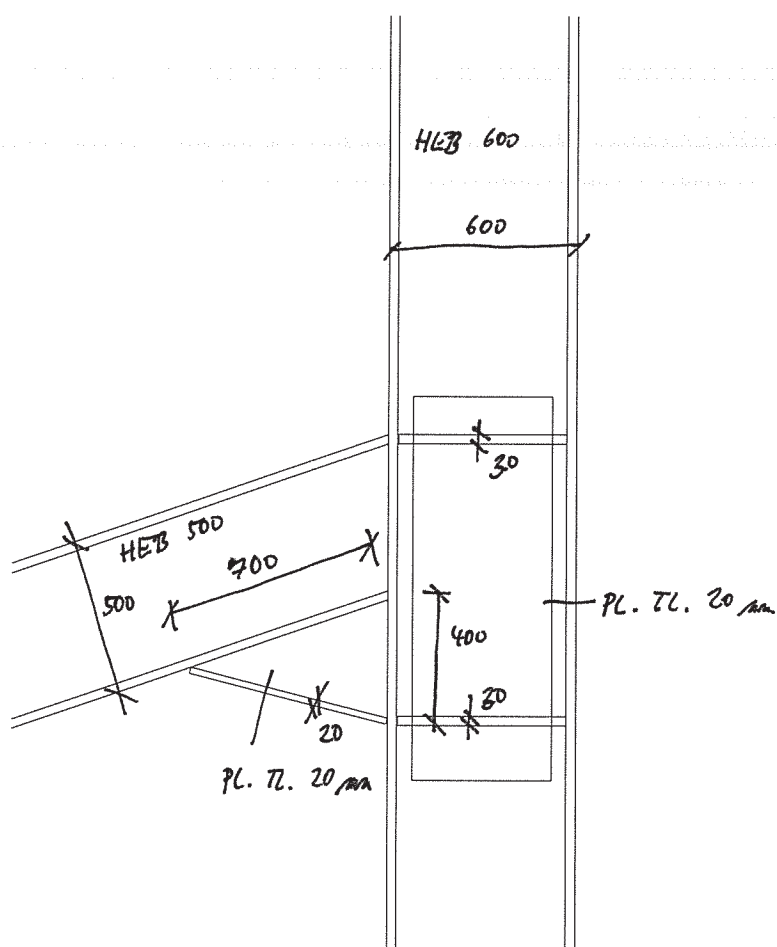
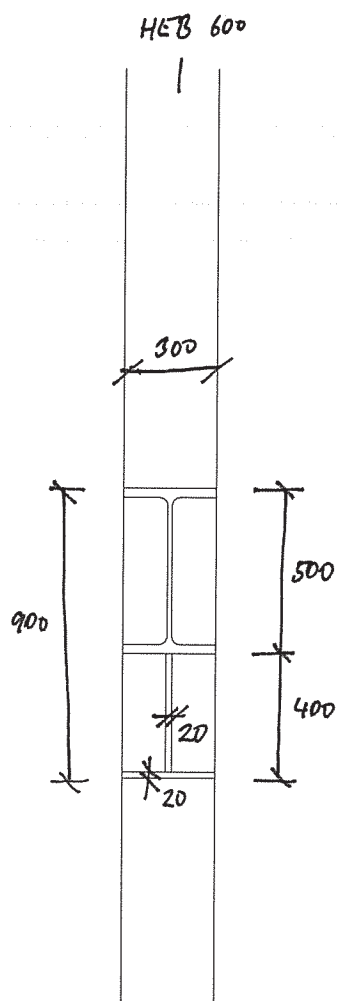
$$M_{Rd} = \frac{2 \cdot b_{pL} \cdot f_m \cdot a_F \cdot (H - t_{pL})}{\beta_w \cdot \gamma_{M_2} \cdot \sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 300 \cdot 510 \cdot 8 \cdot (900 - 28)}{0,90 \cdot 1,25 \cdot \sqrt{3}} = 1095,506 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{ed}}{M_{Rd}} = \frac{803,55}{1095,506} = 0,733 < 1,0 \Rightarrow \text{VÝHODVÝ JE}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

**5.1.2 Rámový spoj, kde se stýkají osy 3, 4, 5 v jednom bodě**





**Uzel 2 : svařovaný přípoj nosník na sloup strana AB**  
**Podle EC3, revidovaná příloha J**

**1. zadání dat**  
**Sloup HEB600**

Připojený prutHEB500

Náběh dolní s pásnicí		
hc	400.00	mm
lc	700.00	mm
b	300.00	mm
tf	20.00	mm
tw	20.00	mm
svař. ab	26.00	mm
svař. ac	21.00	mm

Dílčí souč.spolehlivosti	
Gamma M0	1.10
Gamma M1	1.10
Gamma Mb	1.25
Gamma Ms	1.25
Gamma Mw	1.25

Výz. stojiny		
ls	1230.06	mm
bs	446.00	mm
ts	20.00	mm
as	15.00	mm
fy	355.00	MPa

**Výztuha**

Výztuha v tažené oblasti

Výztuha v tlačené oblasti

Čís.	poz.[mm]	fy[MPa]
1	904.08	355.00
2	0.00	355.00

**Vnitřní síly**

Číslo kombinace MSÚ 1		
N	279.14	kN
Vz	620.74	kN
My	-1500.63	kNm

Tah nahoře

**2. Návrhová momentová únosnost MRd**

**2.1. Návrhová únosnost základních složek**

data		
Vwp,Rd	3108.24	kN

data		
Fc,wc,Rd	2931.21	kN
Fc,fb,Rd	2931.21	kN
Ft,fc,Rd	2931.21	kN
Ft,wc,Rd	2931.21	kN

## 2.2. Stanovení $M_{j,Rd}$

$M_{j,Rd}$ data		
F	2931.21	kN
h	904.90	mm
$M_{j,Rd}$	2652.46	kNm
$M_{j,Rd}$	2652.46	kNm

(zahrnující osovou sílu)

## 2.3. Stanovení $M_{j,Rd}$ pro tlačení náběh na nosníku

data		
$M_{j,Rd}$	958.41	kNm
MSd	-992.43	kNm

## 3. Návrhová smyková únosnost $V_{Rd}$

$V_{Rd} = 4090.99 \text{ kN}$

## 4. Výpočet výztuhy

### 4.1. Návrhová tuhost při natočení

$S_j$ data		
$S_j$	1299.65	MNm/rad
$S_{j,ini}$	1299.65	MNm/rad
z	904.90	mm
$\mu$	1.00	
k1	7.56	mm
k2	-	
k2	-	

### 4.2. Klasifikace tuhosti

Tuhostní data		
E	210000.00	MPa
$I_b$	1072000013.66	mm <sup>4</sup>
Lb	2539.99	mm
typ rámu	vyztužený	
S1	709.04	MNm/rad
S2	44.32	MNm/rad

Systém tuhý

### 4.3 Posudek požadavků tuhosti

Tuhostní data		
$F_i y$	nekonečno	MNm/rad
Souč. modifikace tuhosti	2.00	
$S_{j,app}$	nekonečno	MNm/rad

Tuhostní data		
Sj,dolní hranice	709.04	MNm/rad
Sj,horní hranice	nekonečno	MNm/rad

Sj,ini je uvnitř mezí.

Tuhost aktuálního přípoje je přizpůsobena tuhosti přípoje výpočetního modelu.

#### 4.4 Klasifikace poddajnosti

Způsob selhání není umístěn ve smykové oblasti sloupu.

Tyto výsledky v klasifikaci střední pro poddajnost : třída 2.

#### 5. Jednotkové posudky

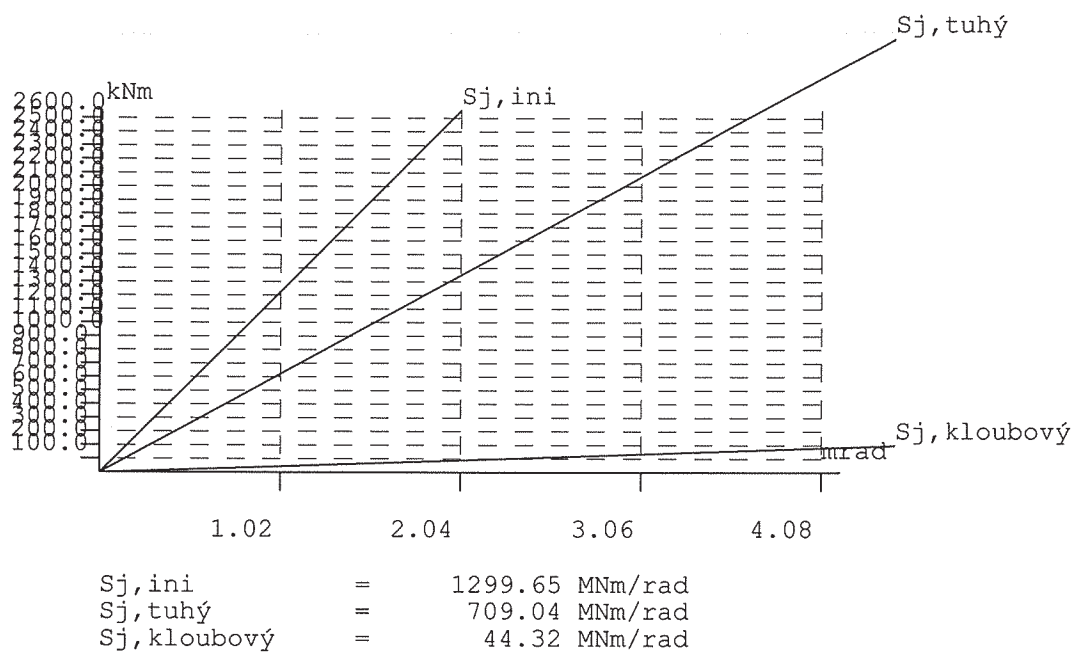
Jedn. posudky	
MSd/MjRd	1.04
VSd/VRd	0.15

**Přípoj nevyhovuje !**

#### 6. Návrhové výpočty

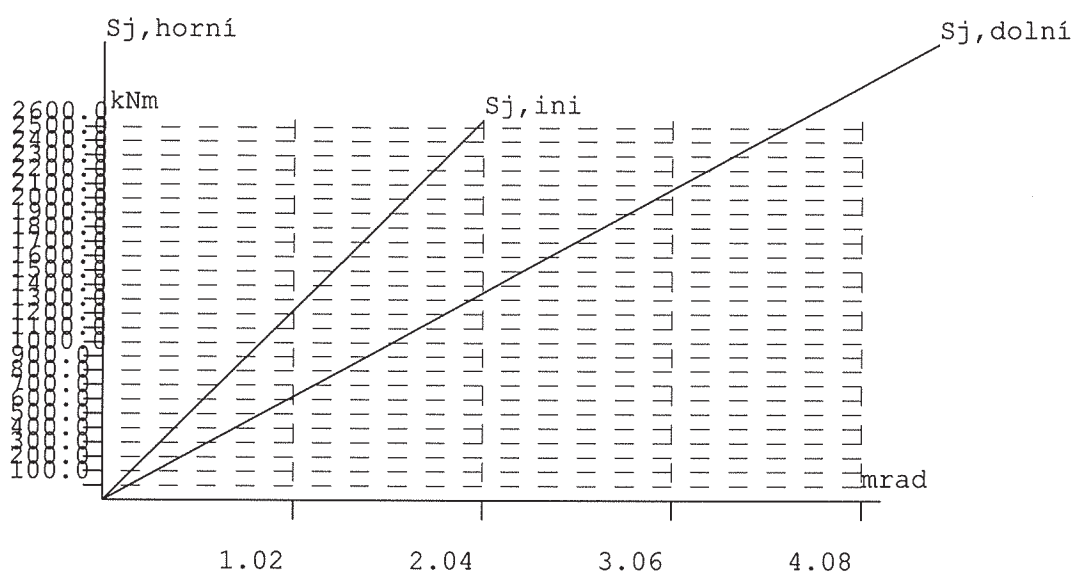
Upozornění : Výpočet návrhu se provádí za použití aktuálních vnitřních sil

data		
af	20.00	mm
aw	11.00	mm
Minimální th	28.00	mm



Klasifikace tuhosti : Uzel 2,Nosník 3

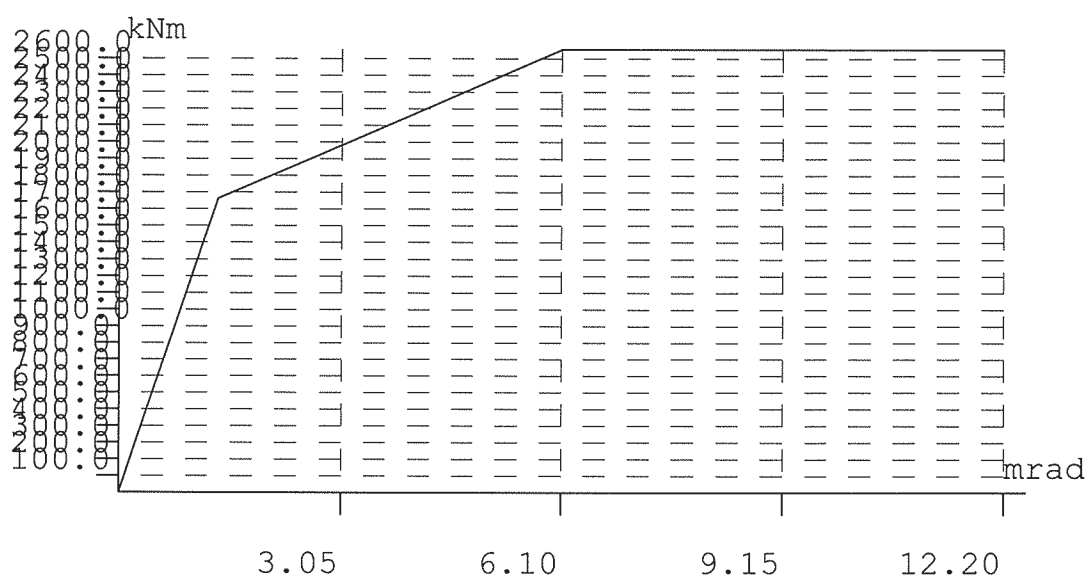




$S_{j, ini}$	=	1299.65 MNm/rad
$S_{j, dolní}$	=	709.04 MNm/rad
$S_{j, horní}$	=	nekonečno MNm/rad

Klasifikace tuhosti : Uzel 2,Nosník 3

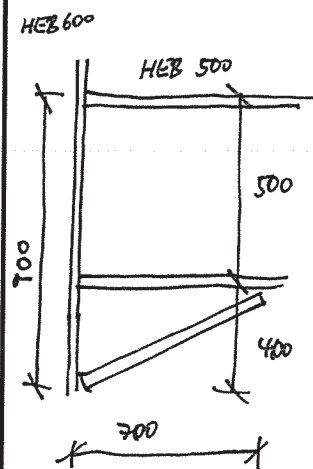




$$\begin{aligned} S_{j,ini} &= 1299.65 \text{ MNm/rad} \\ S_{j,MRd} &= 434.89 \text{ MNm/rad} \end{aligned}$$

Momentově rotační diagram : Uzel 2,Nosník 3

D. STATICKÝ VÝPOČET



NÁVRH A POSOUZENÍ SVARU

$$M_{Ed} = 790,74 \text{ kNm}$$

$$\beta_w = 0,90$$

$$\gamma_{M_2} = 1,25$$

$$f_a = 510 \text{ MPa}$$

$$a_F = \frac{\frac{M_{Ed}}{H - t_{pL}} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M_2} \cdot T_3'}{2 \cdot b_{pL} \cdot f_a} = \frac{\frac{790,74 \cdot 10^6}{900 - 28} \cdot 0,90 \cdot 1,25 \cdot T_3'}{2 \cdot 300 \cdot 510}$$

$$= 5,77 \text{ mm}$$

NAVŘENO  $a_F = 8,0 \text{ mm}$

$$M_{Rd} = \frac{2 \cdot b_{pL} \cdot f_a \cdot a_F \cdot (H - t_{pL})}{\beta_w \cdot \gamma_{M_2} \cdot T_3'}$$

$$= \frac{2 \cdot 300 \cdot 510 \cdot 8 \cdot (900 - 28)}{0,90 \cdot 1,25 \cdot T_3'} = 1095,51 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \leq 1,0$$

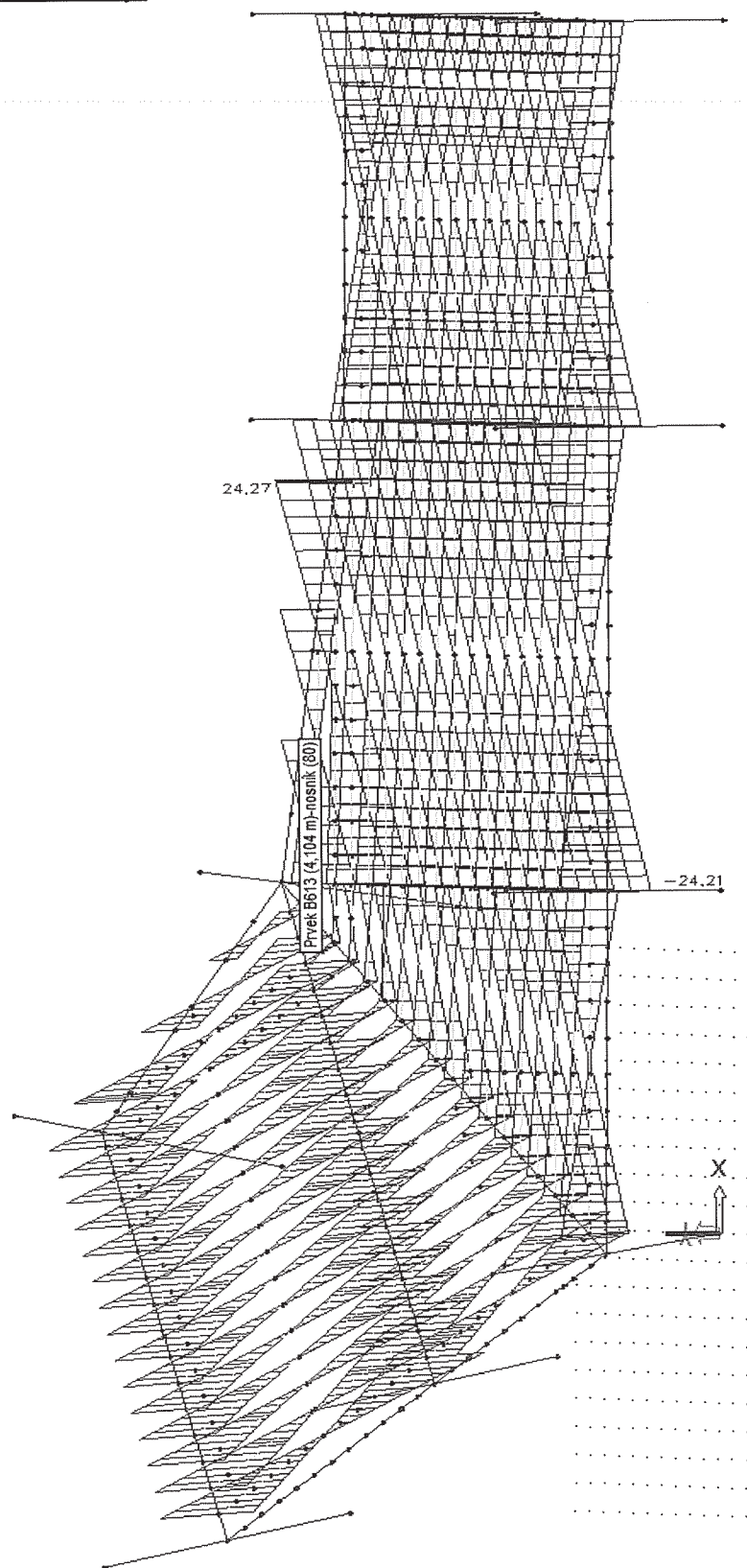
$$\frac{790,74}{1095,51} = 0,722 < 1,0 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

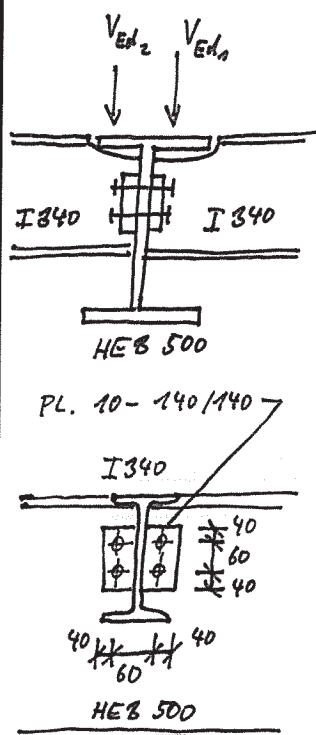
## 5.2 Spoje vaznic s průvlaky

Výpočet proveden pouze pro nejvíce namáhaný spoj na konstrukci!!!

Vnitřní síly:



D. STATICKÝ VÝPOČET



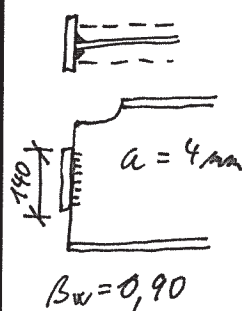
TL. PLECHU 10 mm

$$\alpha_v = 0,6$$

$$f_{ab} = 500 \text{ MPa}$$

NAVRŽENÝ ŠROUBY  
M16, 5.6

$$A = \pi \cdot r^2 = 3,14 \cdot 8^2 = 201,06 \text{ mm}^2$$



$$V_{Ed1} = V_{Ed2} = 24,21 \text{ kN}$$

ÚNOSNOST STĚŽY NOSNÍKY VE SMYKU:

$$V_{Pl,Rd1} = \frac{A_v \cdot f_t}{1,3 \cdot \gamma_{M0}} = \frac{12,2 \cdot 140 \cdot 355}{1,3 \cdot 1,0 \cdot 10^3} = 350,071 \text{ kN}$$

NAVRHOVÁ ÚNOSNOST VE STRŽHU SE URČÍ PRO ČTYŘI ŠROUBY S JEDNOU STRŽNOU ROVINOU:

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{\alpha_v \cdot f_{ab} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 4 \cdot \frac{0,6 \cdot 500 \cdot 201,06}{1,25 \cdot 1000} = 196,88 \text{ kN}$$

NAVRHOVÁ ÚNOSNOST ŠROUBŮ V OTLAČENÍ:

$$a = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{e_1}{3d_0} = \frac{40}{3 \cdot 18} = 0,741 \\ \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} = \frac{60}{3 \cdot 18} - \frac{1}{4} = 0,911 \\ \frac{f_{ab}}{f_m} = \frac{500}{510} = 0,980 \\ 1,0 \end{array} \right\} = 0,741$$

$$F_{b,Rd} = n \cdot \frac{2,5 \cdot a \cdot f_m \cdot d \cdot \epsilon}{\gamma_{M2}} = 4 \cdot \frac{2,5 \cdot 0,741 \cdot 510 \cdot 18 \cdot 10}{1,25 \cdot 1000} = 544,19 \text{ kN}$$

ÚNOSNOST KOUTOVÉHO SVARU:

$$F_{w,Rd} = \frac{f_m \cdot a \cdot L_d}{\beta_w \cdot \gamma_{M2} \cdot 1,3} = \frac{510 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 140}{0,90 \cdot 1,25 \cdot 1,3 \cdot 1000} = 293,14 \text{ kN}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

ÚNOSNOST ČERNÍ DESKY VE SMYKU:

$$\frac{A_{v,NET}}{A_v} > \frac{f_{t2}}{f_m}$$

$$\frac{10 \cdot (140 - 2 \cdot 18)}{10 \cdot 140} > \frac{355}{510}$$

$0,743 > 0,696 \Rightarrow$  VYHOVUJE, PŘI VÝPOČTU ÚNOS-  
NOSTI VE SMYKU ČERNÍ DESKY  
NEHUSÍ BÝT ZAPočTÁVÁNY  
OTVORY

$$V_{PL,Rd,2} = \frac{A_v \cdot f_{t2}}{f_{m0} \cdot T3} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 140 \cdot 355}{1,0 \cdot T3 \cdot 1000} = 573,89 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} V_{PL,Rd,1} = 350,07 \\ F_{v,Rd} = 196,88 \\ F_{b,Rd} = 544,19 \\ F_{w,Rd} = 293,14 \\ V_{PL,Rd,2} = 573,89 \end{array} \right\} = 196,88 \text{ kN}$$

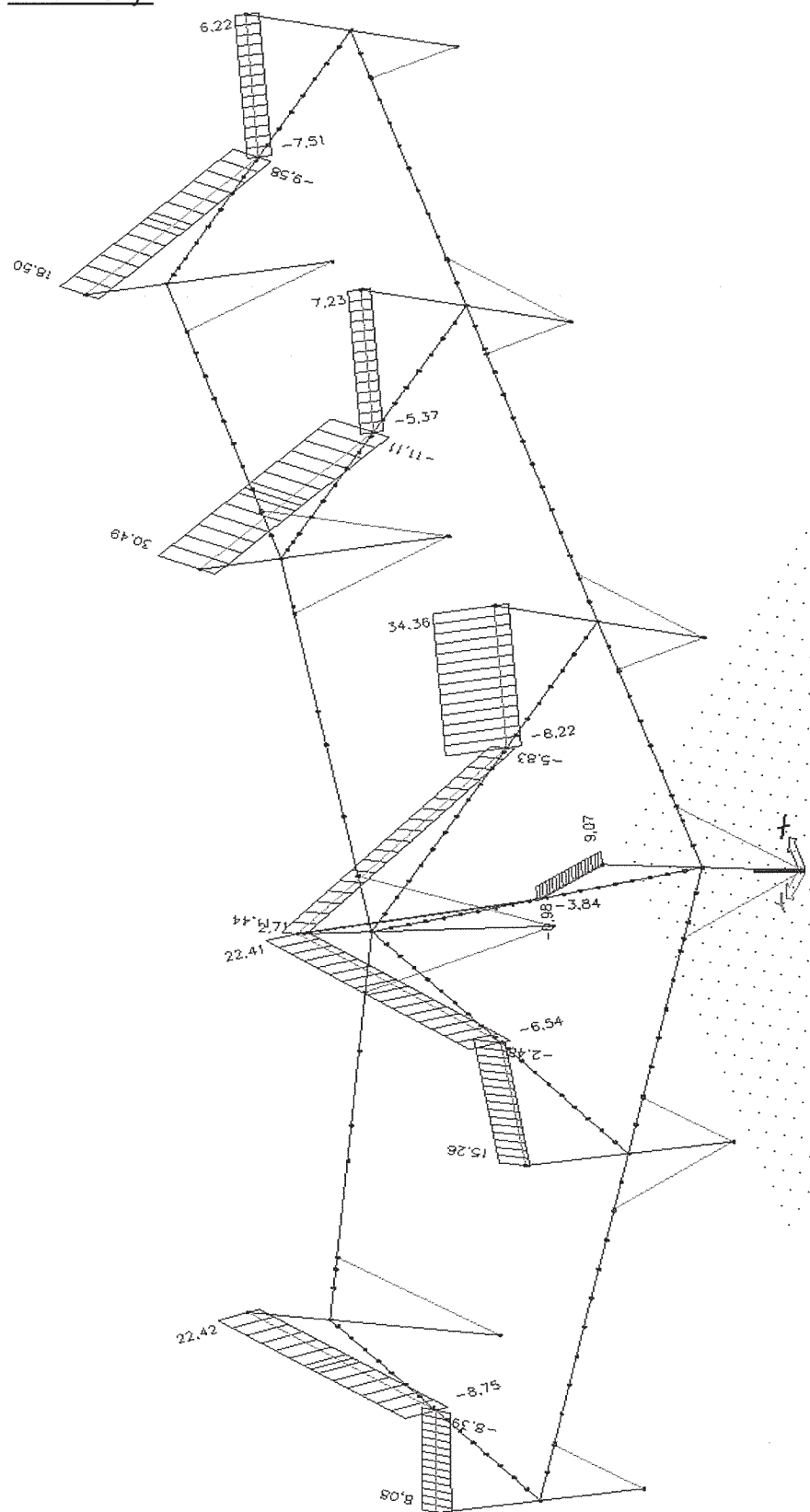
$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} = \frac{24,21}{196,88} = 0,123 < 1,0 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

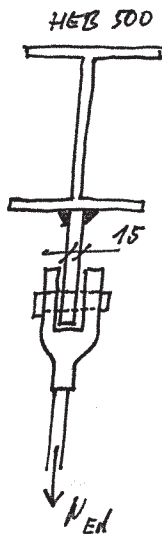
### 5.3 Spoje střešních táhel se sloupy (průvlaky)

Výpočet proveden pouze pro nejvíce namáhaný spoj na konstrukci!!!

Vnitřní síly:



D. STATICKÝ VÝPOČET

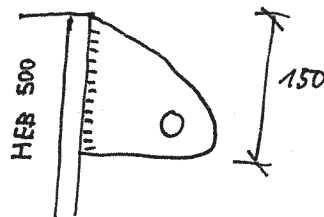


$$N_{Ed} = 34,36 \text{ kN}$$

$$\cos 70^\circ = \frac{N_z}{N_{Ed}}$$

$$N_z = \cos 70^\circ \cdot N_{Ed} = \cos 70^\circ \cdot 34,36 = 11,75 \text{ kN}$$

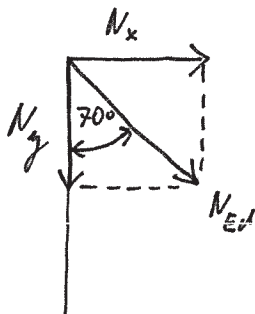
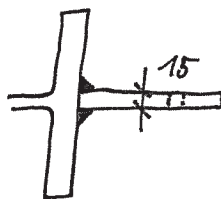
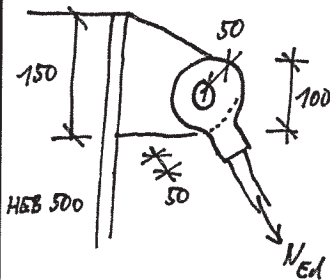
$$N_x = \sin 70^\circ \cdot N_{Ed} = \sin 70^\circ \cdot 34,36 = 32,29 \text{ kN}$$



NAVRŽEN KOUTOVÝ SVAR

$$L_d = 100 \text{ mm}$$

$$a_w = 6,0 \text{ mm}$$



POSOUZENÍ SVARU:

$$\tau_{||} = \frac{N_z}{a_w \cdot 2 \cdot L_d} = \frac{11,75 \cdot 10^3}{6 \cdot 2 \cdot 100} = 9,792 \text{ MPa}$$

$$\sigma_w = \frac{M}{W_{d,w}} = \frac{N_x \cdot e}{2 \cdot a_w \cdot L_d^2} = \frac{32,29 \cdot 10^3 \cdot 50}{2 \cdot 6 \cdot 100^2} = 80,73 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{\sigma_w}{\gamma_{f2}} = \frac{80,73}{1,25} = 57,081 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{f2}}$$

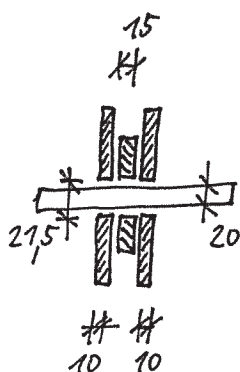
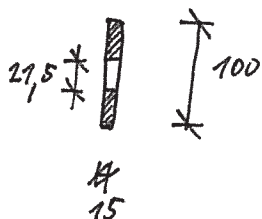
$$\sqrt{57,081^2 + 3(57,081^2 + 9,792^2)} \leq \frac{510}{0,9 \cdot 1,25}$$

$$115,415 < 453,333 \text{ MPa} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{f2}}$$

$$57,081 \leq \frac{510}{1,25} = 408,00 \text{ MPa} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET



POSOUZENÍ PLECHU:

$$A = 15 \cdot (100 - 27,5) = 1177,5 \text{ mm}^2$$

$$F_{Rd} = f_y \cdot A = 355 \cdot 1177,5 \cdot 10^{-3} = 418,013 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{F_{Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{34,36}{418,013} = 0,082 < 1,0 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ ČEPY:

SMYK:

$$F_{v,Rd} = \frac{2 \cdot 0,6 \cdot A \cdot f_{up}}{\gamma_{n2}} = \frac{2 \cdot 0,6 \cdot \pi \cdot 10^2 \cdot 500}{1,25 \cdot 1000} = 150,796 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{34,36}{150,796} = 0,228 < 1,0 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

OHYB:

$$M_{Rd} = \frac{0,8 \cdot W_f \cdot f_{up}}{\gamma_{n2}} = 0,8 \cdot \frac{\pi d^3}{32} \cdot \frac{f_{up}}{\gamma_{n2}} = 0,8 \cdot \frac{3,14 \cdot 20^3}{32} \cdot \frac{500}{1,25} = 0,251 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = \frac{N_{Ed}}{8} (l_z + 4l_o + 2l_n) = \frac{34,36 \cdot 10^3}{8} (15 + 4 \cdot 7 + 2 \cdot 10) = 0,168 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{0,168}{0,251} = 0,667 < 1,0 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$



D. STATICKÝ VÝPOČET

KOMBINACE :

$$\left( \frac{M_{ED}}{M_{RA}} \right)^2 + \left( \frac{N_{ED}}{F_{V,RA}} \right)^2 \leq 1,0$$

$$\left( \frac{0,167}{0,251} \right)^2 + \left( \frac{34,36}{150,796} \right)^2 \leq 1,0$$

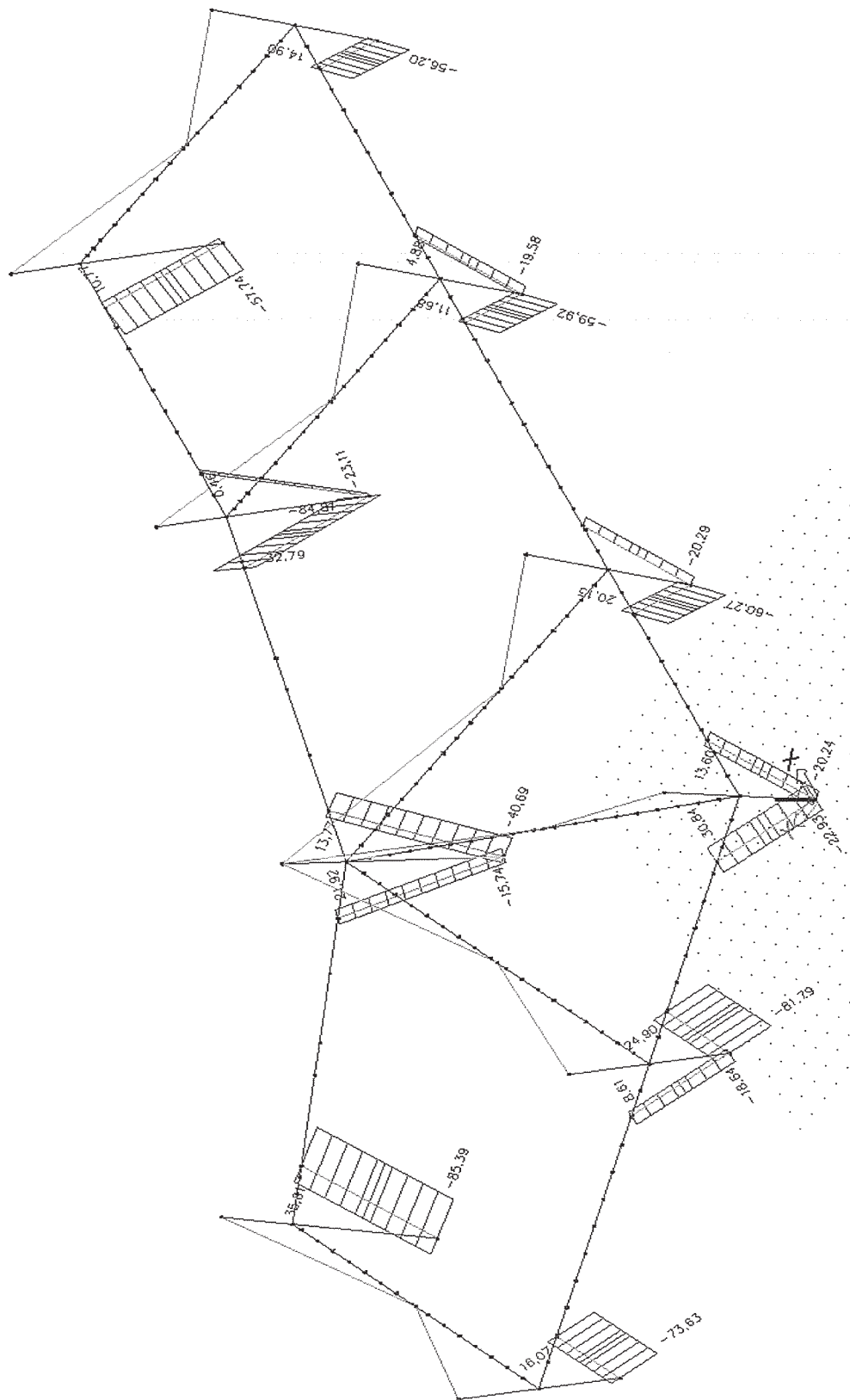
$$\underline{0,495 < 1,0 \Rightarrow \text{VÝHODNĚ}}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

## 5.4 Spoje svislých ztužidel na obvodová ztužidla a na sloupy

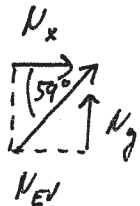
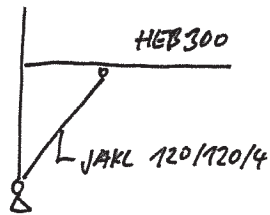
Výpočet proveden pouze pro nejvíce namáhaný spoj na konstrukci!!!

Vnitřní síly:

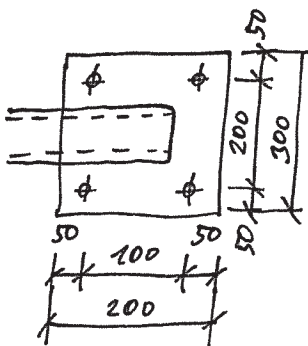
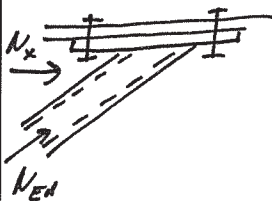


D. STATICKÝ VÝPOČET

HEB 500



HEB 300

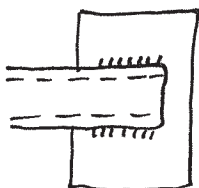


NAVRŽENÝ SŘOUB

M16, 5.6

$$A = 201,06 \text{ mm}^2$$

$$a = 4 \text{ mm}$$



$$L_{ef} = 100 \text{ mm}$$

$$N_{Ed} = 85,39 \text{ kN}$$

$$\cos 59^\circ = \frac{N_x}{N_{Ed}}$$

$$N_x = \cos 59^\circ \cdot N_{Ed} = \cos 59^\circ \cdot 85,39 \text{ kN} = 43,98 \text{ kN}$$

$$N_y = \sin 59^\circ \cdot N_{Ed} = \sin 59^\circ \cdot 85,39 = 73,19 \text{ kN}$$

ÚNOSNOST SŘOUBŮ VE STŘIHU:

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M_2}} = 4 \cdot \frac{0,6 \cdot 500 \cdot 201,06}{1,25 \cdot 1000} = 193,02 \text{ kN}$$

ÚNOSNOST SŘOUBŮ V OTLAČENÍ:

$$a = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{e_1}{3d_0} = \frac{50}{3 \cdot 18} = 0,926 \\ \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} = \frac{100}{3 \cdot 18} - \frac{1}{4} = 1,602 \\ \frac{f_{ub}}{f_u} = \frac{500}{510} = 0,980 \\ 1,0 \end{array} \right\} = 0,926$$

$$F_{b,Rd} = n \cdot \frac{2,5 \cdot a \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M_2}} = 4 \cdot \frac{2,5 \cdot 0,926 \cdot 500 \cdot 18 \cdot 10}{1,25 \cdot 1000} =$$

$$= 680,05 \text{ kN}$$

ÚNOSNOST KOUTOVĚHO SVARU:

POČÍTANO POUZE S PODELNÝMI SVARY !!!

$$F_{w,Rd} = \frac{f_w \cdot a \cdot L_{ef}}{\beta_w \cdot \gamma_{M_2} \cdot T_3'} = \frac{510 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 100}{0,90 \cdot 1,25 \cdot T_3' \cdot 1000} = 209,39 \text{ kN}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

ÚVODNOST ČELNÍ DESKY VE SMYKU :

$$\frac{A_{v, \text{NET}}}{A_v} > \frac{f_g}{f_m}$$

$$\frac{10 \cdot (200 - 2 \cdot 18)}{10 \cdot 200} > \frac{355}{510}$$

0,820 > 0,696  $\Rightarrow$  VYHOVUJE, VÝPOČET PLEŠE  
DESKY (BEZ OTVORŮ) NA SMYK

$$V_{PL, Rd, 1} = \frac{A_v \cdot f_g}{\gamma_{m_0} \cdot T_3} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 200 \cdot 355}{1,0 \cdot T_3 \cdot 1000} = 819,84 \text{ kN}$$

ÚVODNOST VZPĚRY NA SMYK :

$$V_{PL, Rd, 2} = \frac{A_v \cdot f_g}{\gamma_{m_0} \cdot T_3} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 120 \cdot 355}{1,0 \cdot T_3 \cdot 1000} = 196,76 \text{ kN}$$

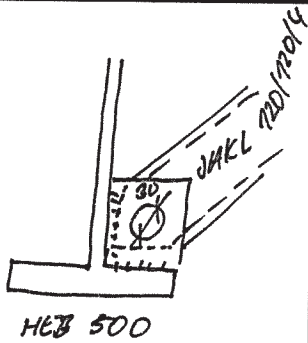
POSOUZENÍ:

$$V_{Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} F_{v, Rd} = 193,02 \\ F_{b, Rd} = 680,05 \\ F_{w, Rd} = 209,39 \\ V_{PL, Rd, 1} = 819,84 \\ V_{PL, Rd, 2} = 196,76 \end{array} \right\} = 193,02 \text{ kN}$$

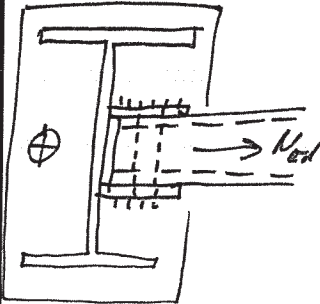
$$\frac{N_s}{V_{Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{43,98}{193,02} = 0,228 < 1,0 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET



HEB 500



$$N_{ed} = 85,39 \text{ kN}$$

$$\alpha_w = 4 \text{ mm}$$

VÝPOČET  $M_{ed}$   
PROVEDEN PROG.  
SCIA ENGINEER !!!  
 $M_{ed} = 0,30 \text{ kNm}$

UKOTVENÍ V PATE:

ČEP VE STŘIHU

$$F_{v,Rd} = \frac{2,0 \cdot b \cdot A \cdot f_{wp}}{\gamma_{M_2}} = \frac{2,0 \cdot 6 \cdot \pi \cdot 15^2 \cdot 500}{1,25 \cdot 10^3} = 339,292 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{85,39}{339,292} = 0,25 < 1,0 \Rightarrow \text{VÝHODNĚ}$$

ČEP A PLECH V ODRACENÍ:

$$F_{b,Rd} = \frac{1,5 \cdot b \cdot d \cdot f_{t2}}{\gamma_{M_2}} = \frac{1,5 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 30 \cdot 355}{1,25 \cdot 10^3} = 102,24 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{85,39}{102,24} = 0,84 < 1,0 \Rightarrow \text{VÝHODNĚ}$$

ČEP V OMYBU

$$M_{Rd} = \frac{1,5 \cdot W_{ef} \cdot f_{wp}}{\gamma_{M_2}} = \frac{1,5 \cdot \pi d^3 \cdot f_{wp}}{32 \cdot \gamma_{M_2}} = \frac{1,5 \cdot \pi \cdot 30^3 \cdot 500}{32 \cdot 1,25 \cdot 10^3} =$$

$$= 1,590 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{ed}}{M_{Rd}} = \frac{0,30}{1,59} = 0,19 < 1,0 \Rightarrow \text{VÝHODNĚ}$$

KOMBINACE

$$\left[ \frac{M_{ed}}{M_{Rd}} \right]^2 + \left[ \frac{N_{ed}}{F_{v,Rd}} \right]^2 \leq 1,0$$

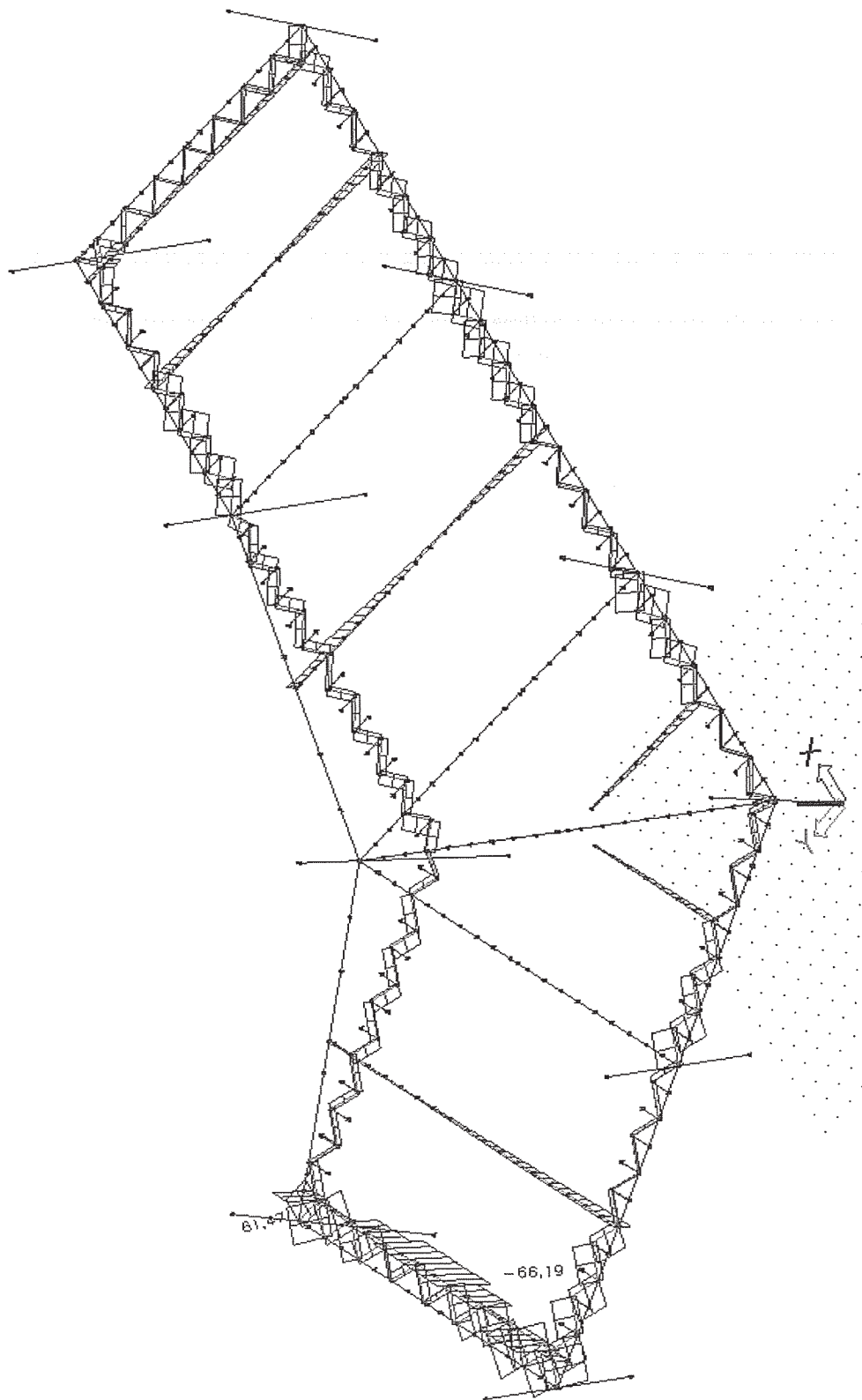
$$\left[ \frac{0,30}{1,59} \right]^2 + \left[ \frac{85,39}{339,29} \right]^2 = 0,10 < 1,0 \Rightarrow \text{VÝHODNĚ}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

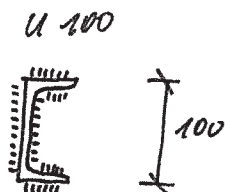
## 5.5 Spoje střešních ztužidel s vaznicemi a s průvlaky

Výpočet proveden pouze pro nejvíce namáhaný spoj na konstrukci!!!

Vnitřní síly:



D. STATICKÝ VÝPOČET



K  
50

$$a_w = 3 \text{ mm}$$

$$\beta_w = 0,90$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{Ed} = 61,47 \text{ kN}$$

$$L_{ef} = 90 + 80 + 2 \cdot 40 + 2 \cdot 30 = 310 \text{ mm}$$

$$F_{w,Rd} = \sigma_{w,Rd} \cdot a_w \cdot L_{ef} = \frac{f_m}{\beta_w \gamma_{M2} \cdot T2} \cdot a_w \cdot L_{ef} =$$

$$= \frac{510}{0,90 \cdot 1,25 \cdot T2} \cdot 3 \cdot 310 \cdot 10^{-3} = 298,12 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{F_{w,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{61,47}{298,12} = 0,206 < 1,0 \Rightarrow \text{VÝMOVY JE}$$

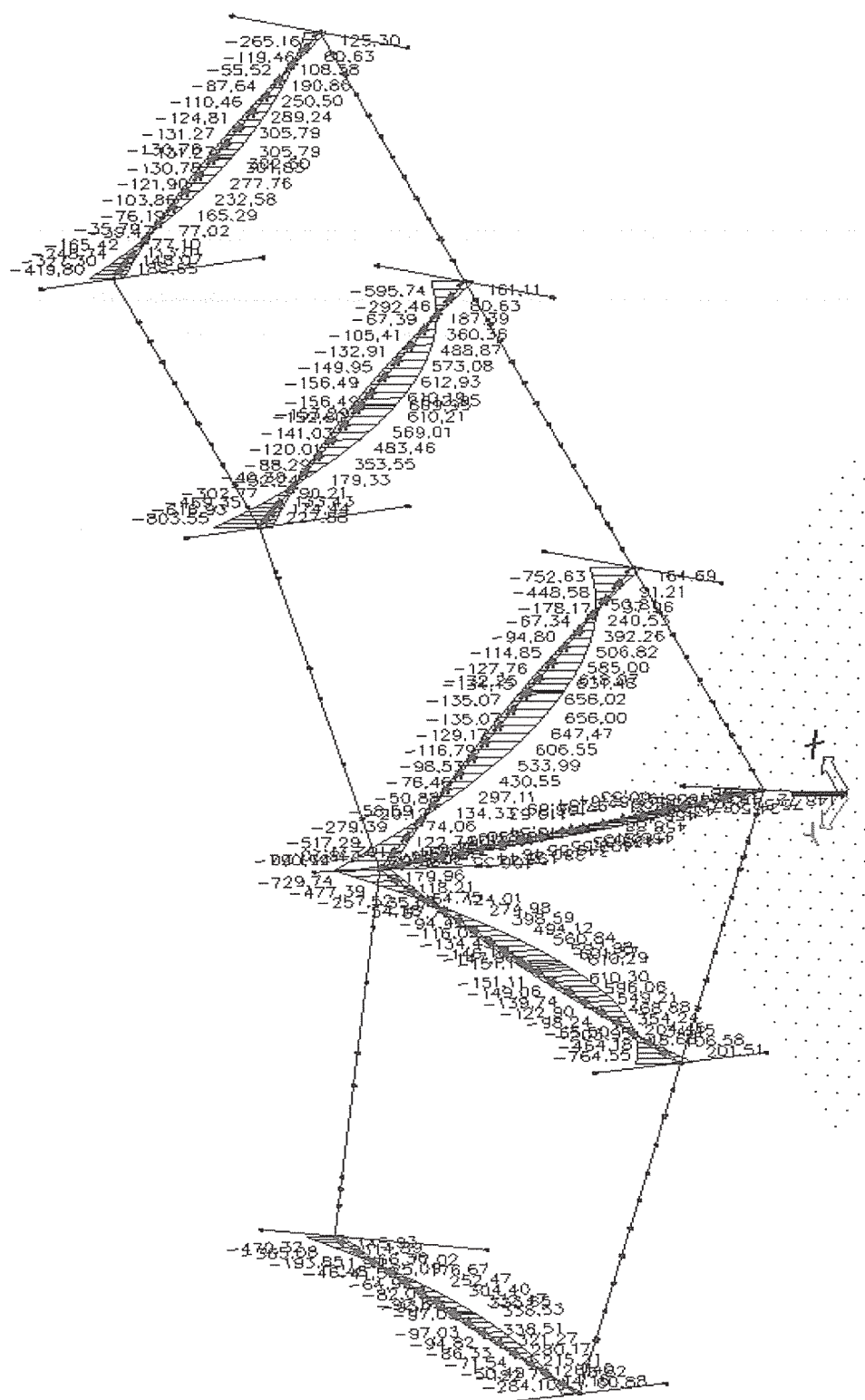
#### D. STATICKÝ VÝPOČET

### 5.6 Montážní spoj průvlaků

Výpočet proveden pouze pro nejvíce namáhaný spoj na konstrukci!!!

Vnitřní síly:

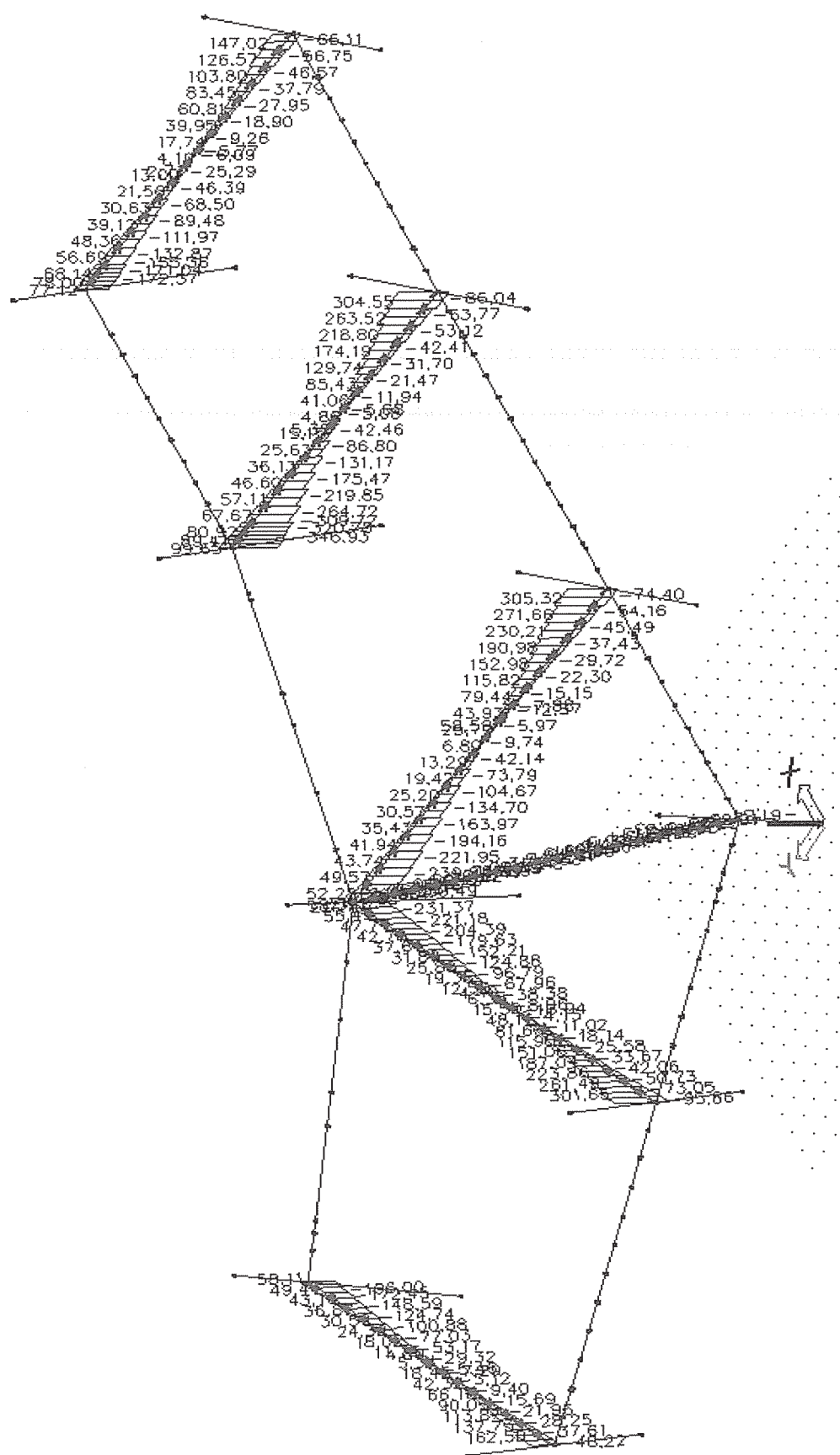
$M_y$



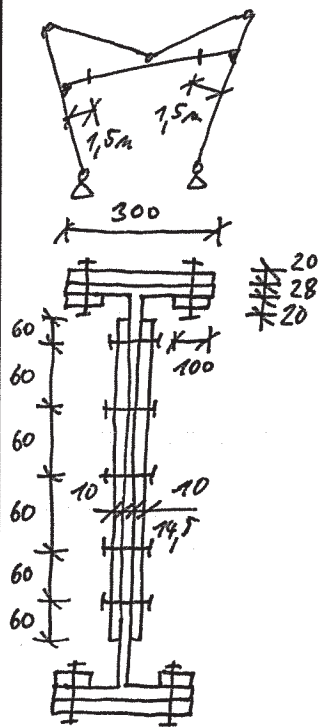


D. STATICKÝ VÝPOČET

$V_y$

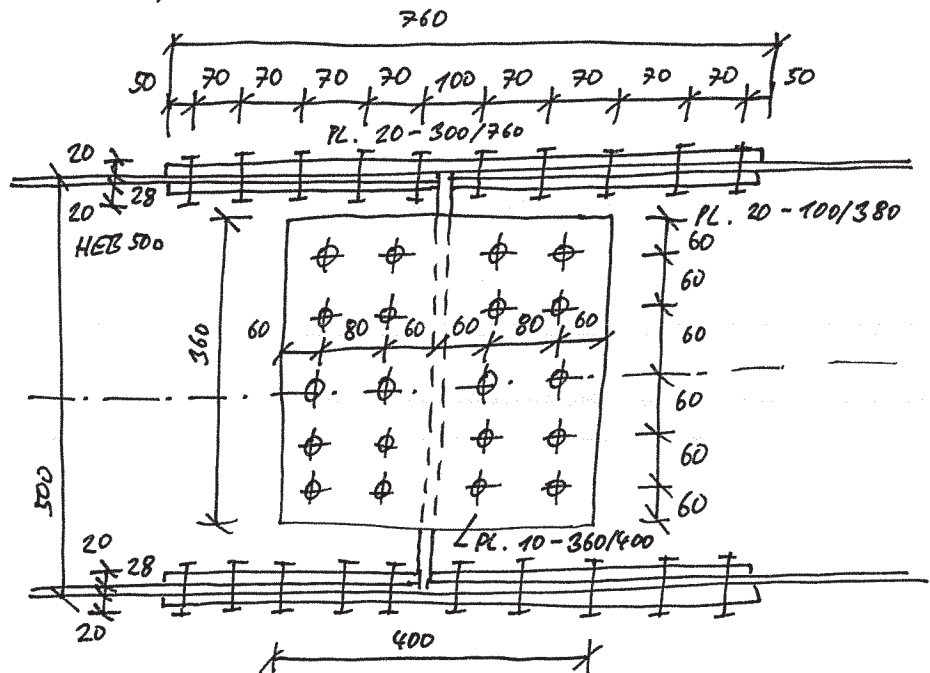


D. STATICKÝ VÝPOČET



$$M_{Ed} = 302,22 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 264,60 \text{ kN}$$



$$R_F = \frac{M_{Ed}}{h - t_F} = \frac{302,22}{0,5 - 0,028} = 640,297 \text{ kN}$$

NAVRŽENÝ ŠROUBY M24, 8.8

SPOJ PRŮVLAKU JE POČÍTÁN NA PĚNOU ÚKOSNOST PRŮVLAKU !!!

$$N_{Ed} = A_F \cdot f_g = 300 \cdot 28 \cdot 355 = 2982 \text{ kN}$$

$$\alpha = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{e_1}{3d_0} = \frac{50}{3 \cdot 26} = 0,641 \\ \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} = \frac{70}{3 \cdot 26} - 0,25 = 0,647 \\ \frac{f_{mb}}{f_m} = \frac{800}{510} = 1,569 \\ 1,0 \end{array} \right\} 0,641$$

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot \alpha \cdot f_m \cdot d \cdot L}{\gamma_{M_2}} = \frac{2,5 \cdot 0,641 \cdot 510 \cdot 24 \cdot 28}{1,25 \cdot 1000} = 439,37 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = 2 \cdot \frac{0,6 \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M_2}} = 2 \cdot \frac{0,6 \cdot 800 \cdot \pi \cdot 12^2}{1,25 \cdot 1000} = 347,44 \text{ kN}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

$$F_{Rd}^1 = \min \{ F_{b,Rd} ; F_{v,Rd} \} = \min \{ 439,37 ; 347,44 \} = 347,44 \text{ kN}$$

NAVRŽENO 10 ŠROUBŮ M24, 8.8

$$F_{Rd} = 10 \cdot F_{Rd}^1 = 10 \cdot 347,44 = 3474,4 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{F_{Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{2982}{3474,4} = 0,858 < 1,0 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

10 ŠROUBŮ M24, 8.8

$$V_{Ed,1} = \frac{V_{Ed}}{10} = \frac{264,60}{10} = 26,46 \text{ kN}$$

ŠROUBY VE STOJINĚ

$$V_{Ed} = 264,60 \text{ kN}$$

$$H_{max} = \frac{W_{pl,y} \cdot \frac{1}{\gamma_{M_0}}}{1,0} = \frac{4815000 \cdot 355 \cdot 10^{-6}}{1,0} = 1709,33 \text{ kNm}$$

$$I_y = 1072 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_{stojiny} = \frac{1}{12} \cdot 14,5 \cdot 500^3 = 151,042 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

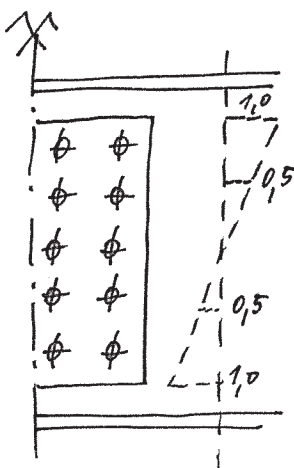
$$\frac{I_{stojiny}}{I_y} = \frac{151,042 \cdot 10^6}{1072 \cdot 10^6} = 0,141 \dots 14,1\%$$

STOJINA PŘENESE POUZE 14,1% OHYB. MOMENTU !!!

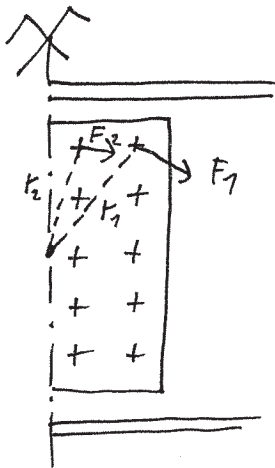
$$M_{Ed} = 0,141 \cdot H_{max} = 0,141 \cdot 1709,33 = 240,84 \text{ kNm}$$

MOMENT V HORNÍ RÁDE ŠROUBŮ ...  $M^H$

$$M^H = \frac{\frac{2}{3} M_{Ed}}{2} = \frac{\frac{2}{3} \cdot 240,84}{2} = 80,28 \text{ kNm}$$



D. STATICKÝ VÝPOČET



$$t_1 = 215 \text{ mm}$$

$$t_2 = 170 \text{ mm}$$

$$t_2 = \frac{170}{215} = 0,791$$

$$0,215 F_1 + 0,170 F_2 = 80,28$$

$$0,215 F_1 + 0,170 \cdot 0,791 F_1 = 80,28$$

$$F_1 = 228,92 \text{ kN}$$

$$F_2 = 181,074 \text{ kN}$$

VÝSLEDNÁ SÍLA  $F_{Ed}$  V NEJVÍCE NAHÁNANÉM SROUBU

$$F_{Ed} = V_{Ed,1} + F_1 = 26,46 + 228,92 = 255,38 \text{ kN}$$

$$\alpha = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{e_1}{3d_0} = \frac{60}{3 \cdot 26} = 0,769 \\ \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} = \frac{80}{3 \cdot 26} - 0,25 = 0,776 \\ \frac{f_{yb}}{f_m} = \frac{800}{510} = 1,589 \\ 1,0 \end{array} \right\} = 0,769$$

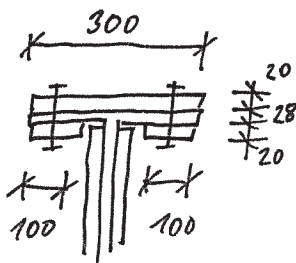
$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot \alpha \cdot f_m \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,769 \cdot 24 \cdot 14,5}{1,15 \cdot 1000} = 273,05 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{mb} \cdot A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot \pi \cdot 12^2}{1,25 \cdot 1000} = 347,44 \text{ kN}$$

$$F_{Rd} = \min \{ F_{b,Rd} ; F_{v,Rd} \} = \min \{ 273,05 ; 347,44 \text{ kN} \} = 273,05 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{255,38}{273,05} = 0,935 < 1,0 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$



PŘÍLOŽKA NA PÁSNICI :

$$A_{NET} = (300 - 2 \cdot 26) \cdot 20 + 2 \cdot 20 \cdot (100 - 10) = 7920 \text{ mm}^2$$

$$F_{Rd} = \frac{A_{NET} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{7920 \cdot 355}{1,0 \cdot 1000} = 2811,80 \text{ kN}$$

$$\frac{N_F}{F_{Rd}} = \frac{640,297}{2811,80} = 0,228 < 1,0 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

PŘÍLOŽKA NA STOVINĚ:

$$A_v = 2 \cdot 10 \cdot 440 = 8800 \text{ mm}^2$$

$$A_{v, \text{NET}} = 2 \cdot 10 \cdot (440 - 3 \cdot 26) = 6200 \text{ mm}^2$$

$$A_{v, \text{NET}} > \frac{f_y}{f_u} \cdot A_v$$

$$6200 > \frac{355}{510} \cdot 8800 = 6125 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$V_{pl, Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{f_{t0} \cdot T_3} = \frac{8800 \cdot 355 \cdot 10^{-3}}{1,0 \cdot T_3} = 1803,64 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl, Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{264,60}{1803,64} = 0,147 < 1,0 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ OSLABENÉHO PRŮŘEZU:

STOVINA:

$$A_v = 14,5 \cdot 500 = 7250 \text{ mm}^2$$

$$A_{v, \text{NET}} = A_v - 5 \cdot 26 \cdot t_w = 7250 - 5 \cdot 26 \cdot 14,5 = 5363 \text{ mm}^2$$

$$A_{v, \text{NET}} > \frac{f_y}{f_u} \cdot A_v$$

$$5363 > \frac{355}{510} \cdot 7250 = 5046,56 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$V_{pl, Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{T_3 \cdot f_{t0}} = \frac{5363 \cdot 355 \cdot 10^{-3}}{T_3 \cdot 1,0} = 0,178 < 1,0 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

PŘÍRUBA:

$$0,9 \cdot \frac{A_{F, \text{NET}}}{A_F} \leq \frac{f_y \cdot T_{M2}}{f_u \cdot f_{t0}}$$

$$0,9 \cdot \frac{300 - 2 \cdot 26}{300} \leq \frac{355 \cdot 1,25}{510 \cdot 1,0}$$

$$0,744 < 0,870 \Rightarrow \text{VYHOVUJE} \Rightarrow \text{OSLABENÝ PRŮŘEZ}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

$$I_{NET} = 1072 \cdot 10^6 - \frac{4}{12} \cdot 26 \cdot 28^3 - 4 \cdot \left( \frac{500 - 28}{2} \right)^2 \cdot 26 \cdot 28 - \\ - \frac{4}{12} \cdot 14,5 \cdot 26^3 - 2 \cdot 120^2 \cdot 14,5 \cdot 26 - 2 \cdot 60^2 \cdot 14,5 \cdot 26 = \\ = 895,966 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$M_{RD} = \frac{I_{NET} \cdot \cancel{f_z}}{\frac{h}{2} \cdot \gamma_{m0}} = \frac{895,966 \cdot 355}{\frac{500}{2} \cdot 1,0} = 1272,271 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{RD}} \leq 1,0$$

$$\frac{302,22}{1272,271} = 0,238 < 1,0 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

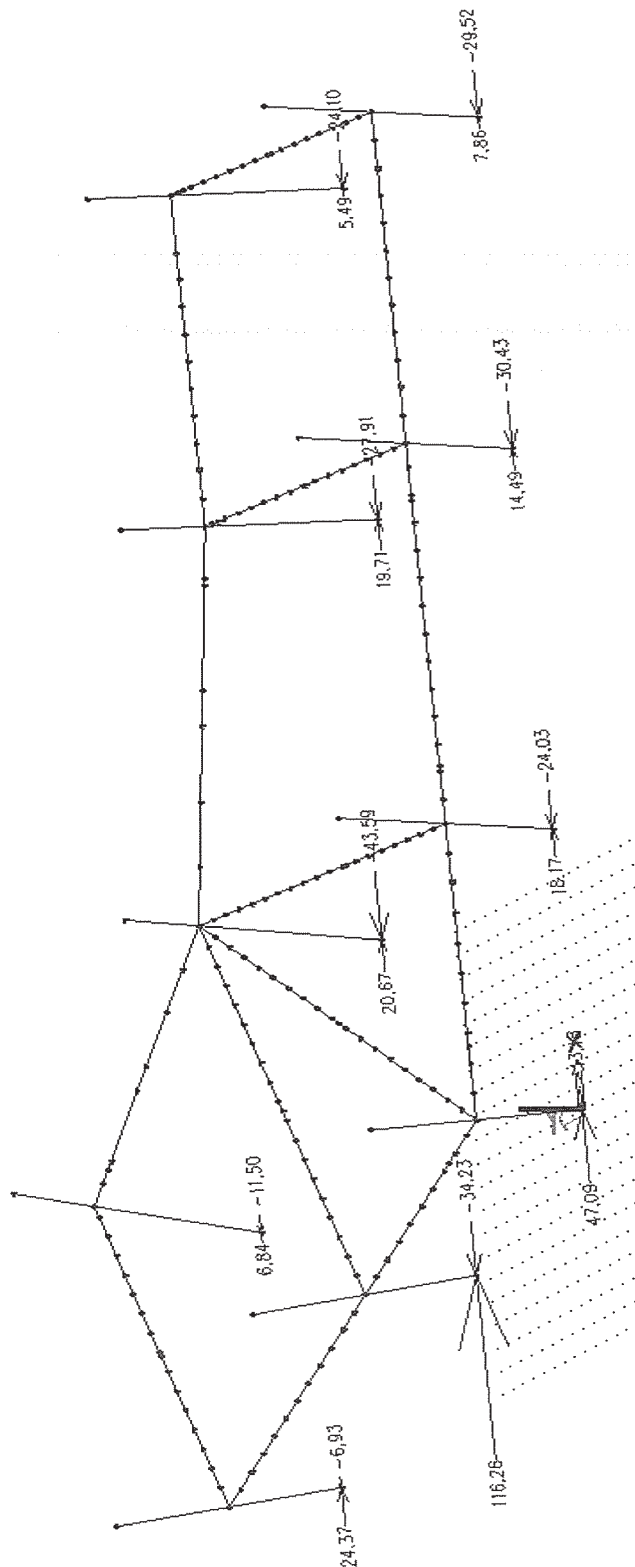
D. STATICKÝ VÝPOČET

## 5.7 Ukotvení sloupů

Výpočet proveden pouze pro nejvíce namáhaný spoj na konstrukci!!!

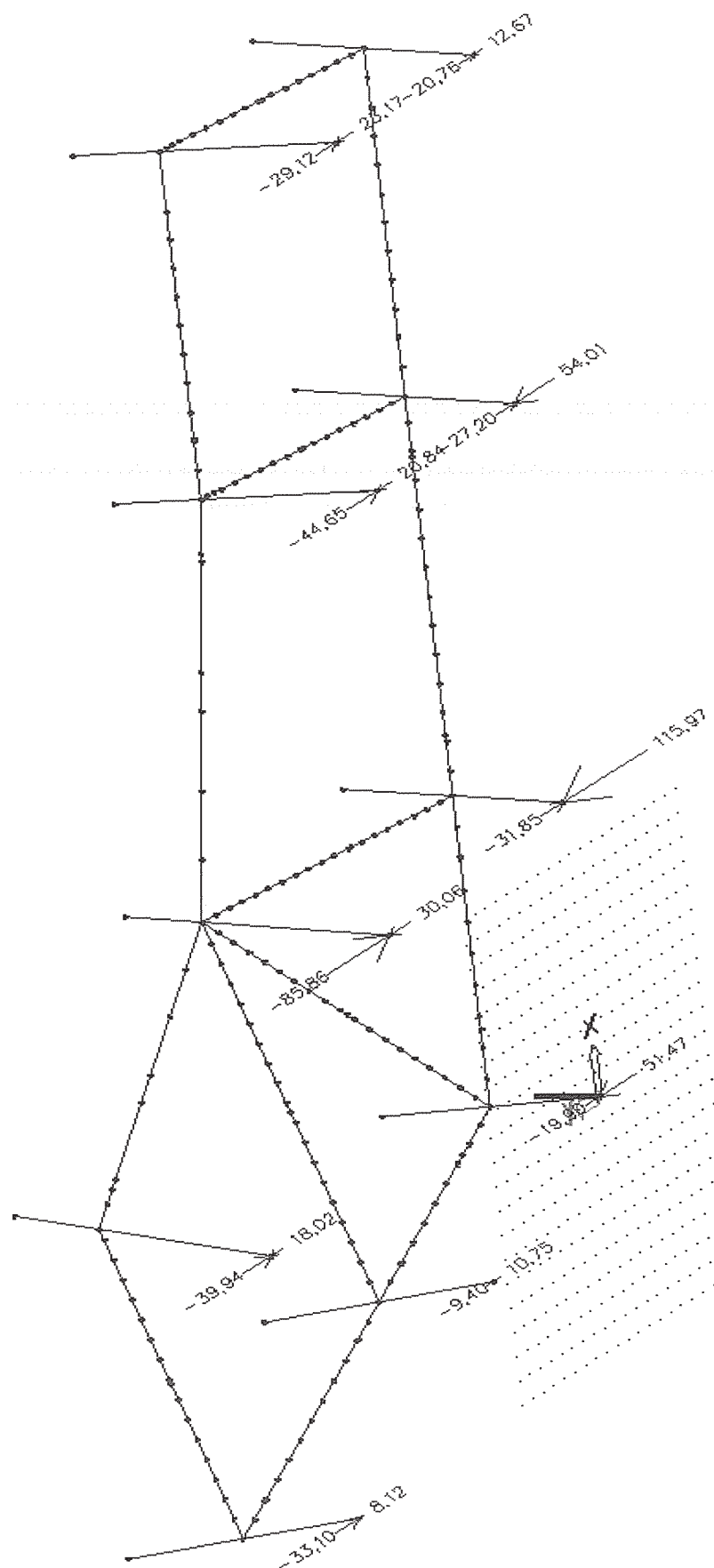
Vnitřní síly:

$R_x$



D. STATICKÝ VÝPOČET

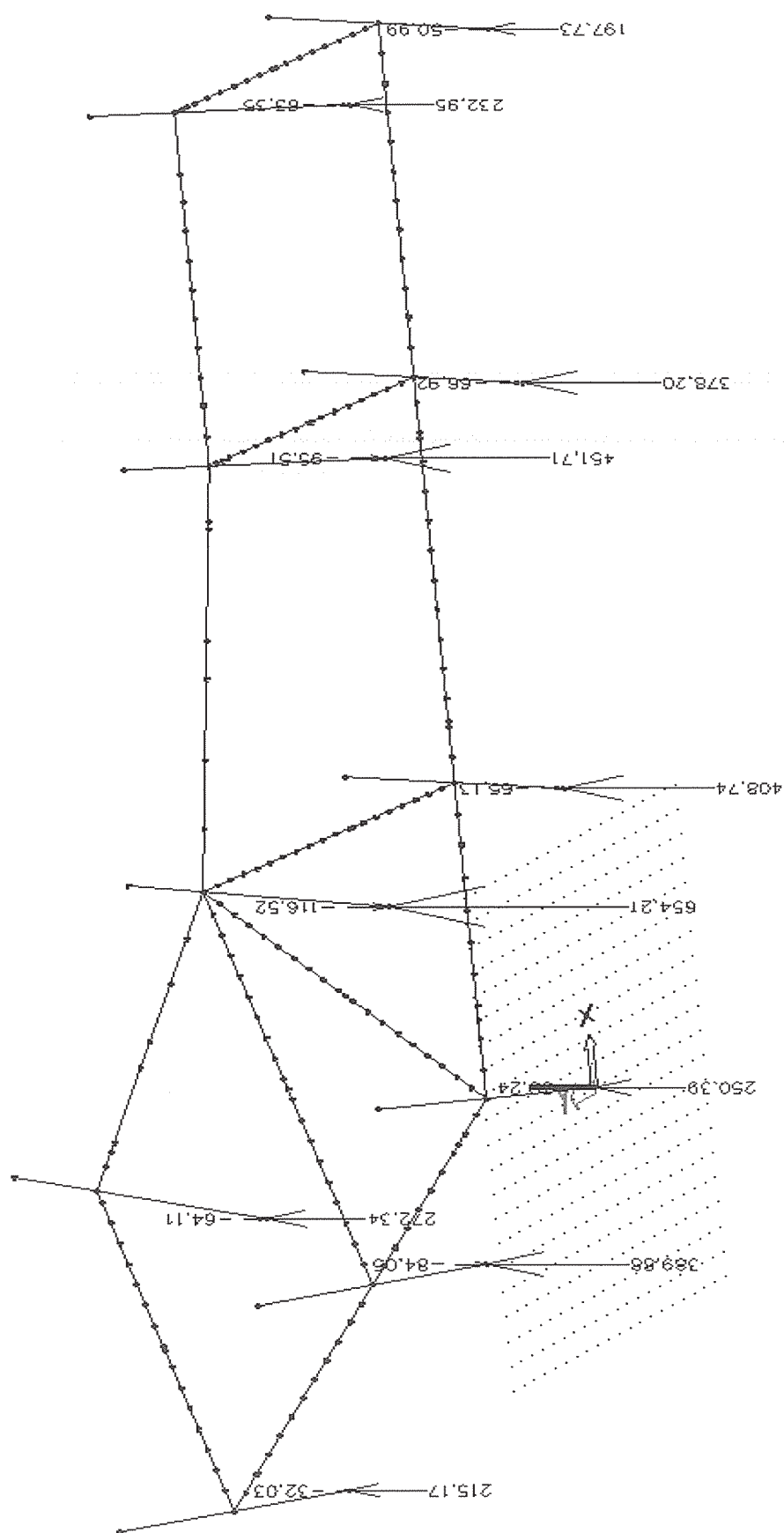
$R_y$





D. STATICKÝ VÝPOČET

$R_z$



D. STATICKÝ VÝPOČET

POSOUZENÍ UKOTVENÍ POD PROFILEM HEB 600

Zadání:

$a = 0,400$	m	$N_{Ed} = 654,210$	kNm	$A = 27000$	mm <sup>2</sup>
$b = 0,660$	m	$\gamma_{m0} = 1,000$			
$H = 1,000$	m	Beton C25/30		$t = 20,000$	mm
$A = 2,000$	m	$f_{ck} = 25,000$	Mpa		
$B = 2,000$	m	$\gamma_c = 1,500$			

PL. 20-360/660  $f_y = 355,000$  Mpa  $f_u = 510,000$  Mpa

1. Beton pod patní deskou a patní deska

$a_r = 0,800$  mm

$b_r = 0,670$  mm

$$a_1 = \min \begin{cases} a + 2 \cdot a_r = 2,000 \\ 5 \cdot a = 2,000 \\ a + H = 1,400 \\ 5 \cdot B = 10,000 \end{cases} = 1,400 \text{ mm}$$

$$b_1 = \min \begin{cases} b + 2 \cdot b_r = 1,740 \\ 5 \cdot b = 3,300 \\ b + H = 3,000 \\ 5 \cdot A = 10,000 \end{cases} = 1,740 \text{ mm}$$

$k_j = 3,038$

$f_j = 33,920$  Mpa

$c = 37,355$  mm

$A_{eff} = 112069,410$  mm<sup>2</sup>

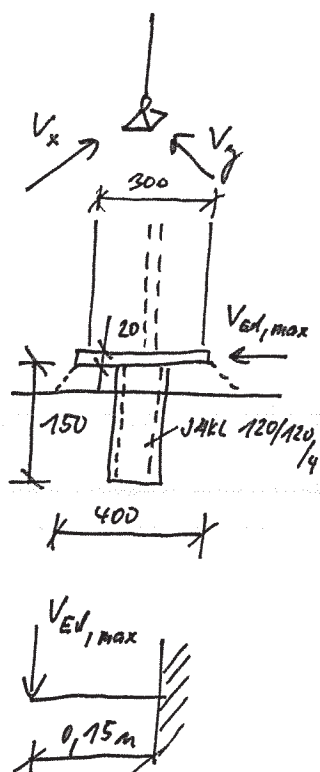
$N_{Rd} = 3801,433$  kN

$N_{Rd,y} = 9585,000$  kN

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = \frac{654,210}{3801,433} = 0,172 < 1,0 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,y}} = \frac{654,210}{9585,000} = 0,068 < 1,0 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET



POSOUZENÍ NA VODROVNNOU SILU:

$$V_x = 43,59 \text{ kN}$$

$$V_y = 85,86 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,max} = \max \{ V_x, V_y \} = \max \{ 43,59; 85,86 \} = 85,86 \text{ kN}$$

NAVRŽENA ZARÁŽKA JAKL 120/120/4, S355

$$M_{Ed} = 0,15 \cdot V_{Ed,max} = 0,15 \cdot 85,86 = 12,879 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = V_{Ed,max} = 85,86 \text{ kN}$$

$$M_{Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{88800 \cdot 355 \cdot 10^{-6}}{1,0} = 31,52 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{12,879}{31,52} = 0,409 < 1,0 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$V_{Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1030 \cdot 355 \cdot 10^{-3}}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 211,108 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} = \frac{85,86}{211,108} = 0,407 < 1,0 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

NAVRŽENÝ KONSTRUKČNÍ KOTEVNÍ ŠROUBY:

2 x ØR24, HILTY HIT-MY 150 MAX + ŠROUBY  
HIT-V Ø24,  $l_{ef} = 300 \text{ mm}$

D. STATICKÝ VÝPOČET

POSOUZENÍ UKOTVENÍ POD PROFILEM HEB 500

Zadání:

$a = 0,400$	m	$N_{Ed} = 451,710$	kNm	$A = 27000$	mm <sup>2</sup>
$b = 0,560$	m	$\gamma_{m0} = 1,000$			
$H = 1,000$	m	Beton C25/30		$t = 20,000$	mm
$A = 2,000$	m	$f_{ck} = 25,000$	Mpa		
$B = 2,000$	m	$\gamma_c = 1,500$			

PL. 20-360/660

$f_y = 355,000$  Mpa

$f_u = 510,000$  Mpa

1. Beton pod patní deskou a patní deska

$a_r = 0,800$  mm

$b_r = 0,720$  mm

$$a_1 = \min \begin{cases} a + 2 \cdot a_r = 2,000 \\ 5 \cdot a = 2,000 \\ a + H = 1,400 \\ 5 \cdot B = 10,000 \end{cases} = \underline{1,400} \text{ mm}$$

$$b_1 = \min \begin{cases} b + 2 \cdot b_r = 1,840 \\ 5 \cdot b = 2,800 \\ b + H = 3,000 \\ 5 \cdot A = 10,000 \end{cases} = \underline{1,840} \text{ mm}$$

$k_j = 3,391$

$f_j = 37,868$  Mpa

$c = 35,355$  mm

$A_{eff} = 101023,305$  mm<sup>2</sup>

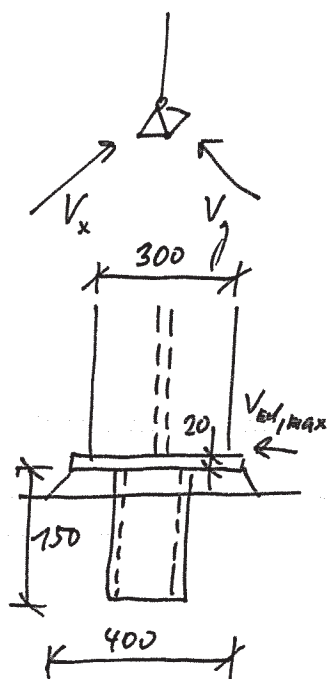
$N_{Rd} = 3825,551$  kN

$N_{Rd,y} = 9585,000$  kN

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = \frac{451,71}{3825,551} = 0,115 < 1,0 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,y}} = \frac{451,71}{9585,00} = 0,046 < 1,0 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET



POSOUZENÍ NA VODROUKOVOU SILU:

$$V_x = 116,26 \text{ kN}$$

$$V_y = 115,97 \text{ kN}$$

$$V_{Ed, \max} = \max \{ V_x, V_y \} = \max \{ 116,26; 115,97 \} = 116,26 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V_{Ed, \max} = 116,26 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 0,15 \cdot V_{Ed, \max} = 0,15 \cdot 116,26 = 17,44 \text{ kNm}$$

NAVRŽENÁ ZARÁŽKA IAKL 120/120/4, S355

$$M_{Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{88800 \cdot 355 \cdot 10^{-6}}{1,0} = 31,52 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{17,44}{31,52} = 0,553 < 1,0 \Rightarrow \text{VÝMOVUJE}$$

$$V_{Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{1030 \cdot 355 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 211,108 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} = \frac{116,26}{211,108} = 0,551 < 1,0 \Rightarrow \text{VÝMOVUJE}$$

NAVRŽENÝ KONSTRUKČNÍ KOTEVNÍ ŠROUBY:

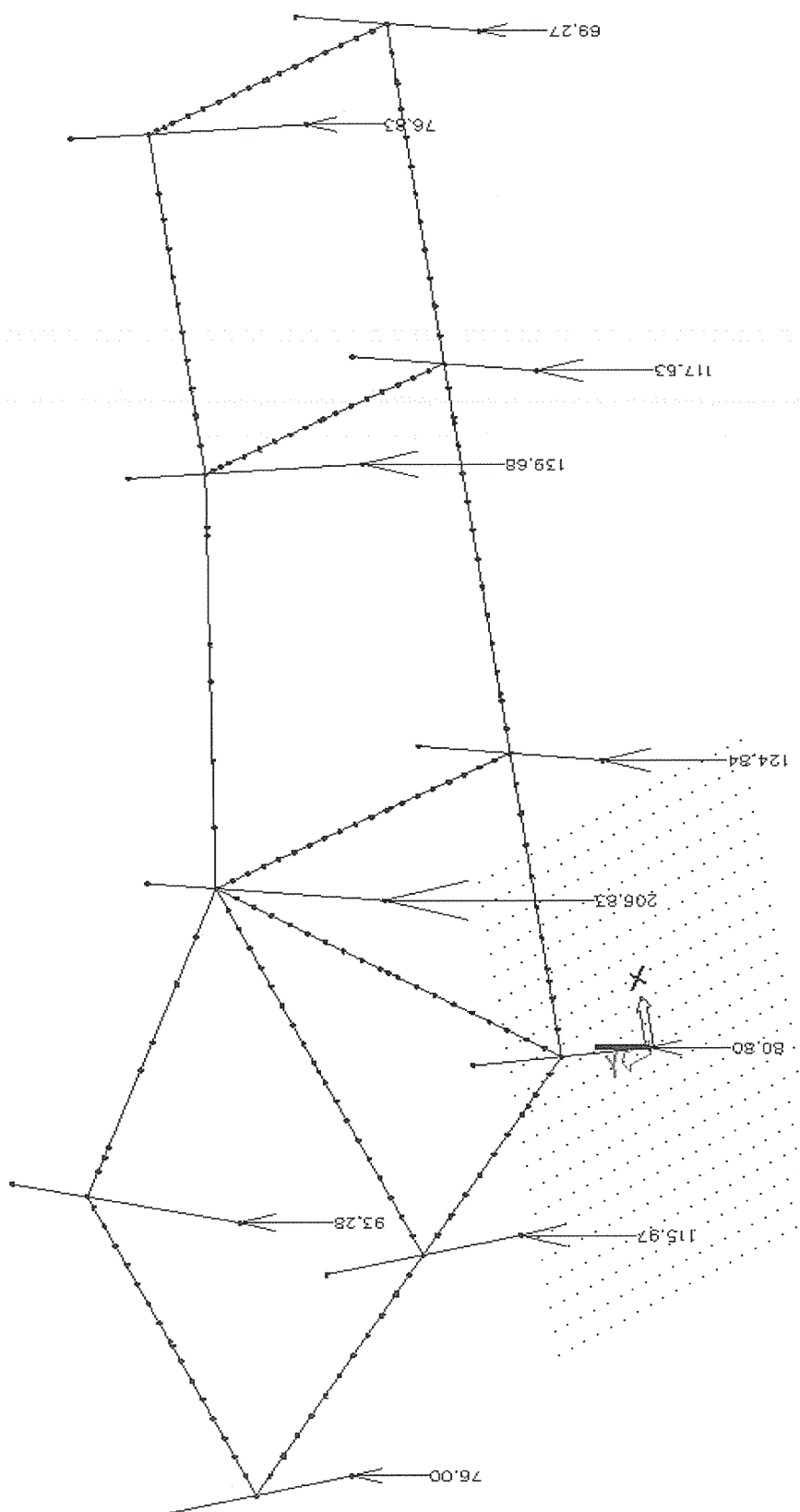
2xR24, HILTY HIT-MY 150 MAX ŠROUBY HIT-V

Ø24;  $L_{ef} = 300 \text{ mm}$

D. STATICKÝ VÝPOČET

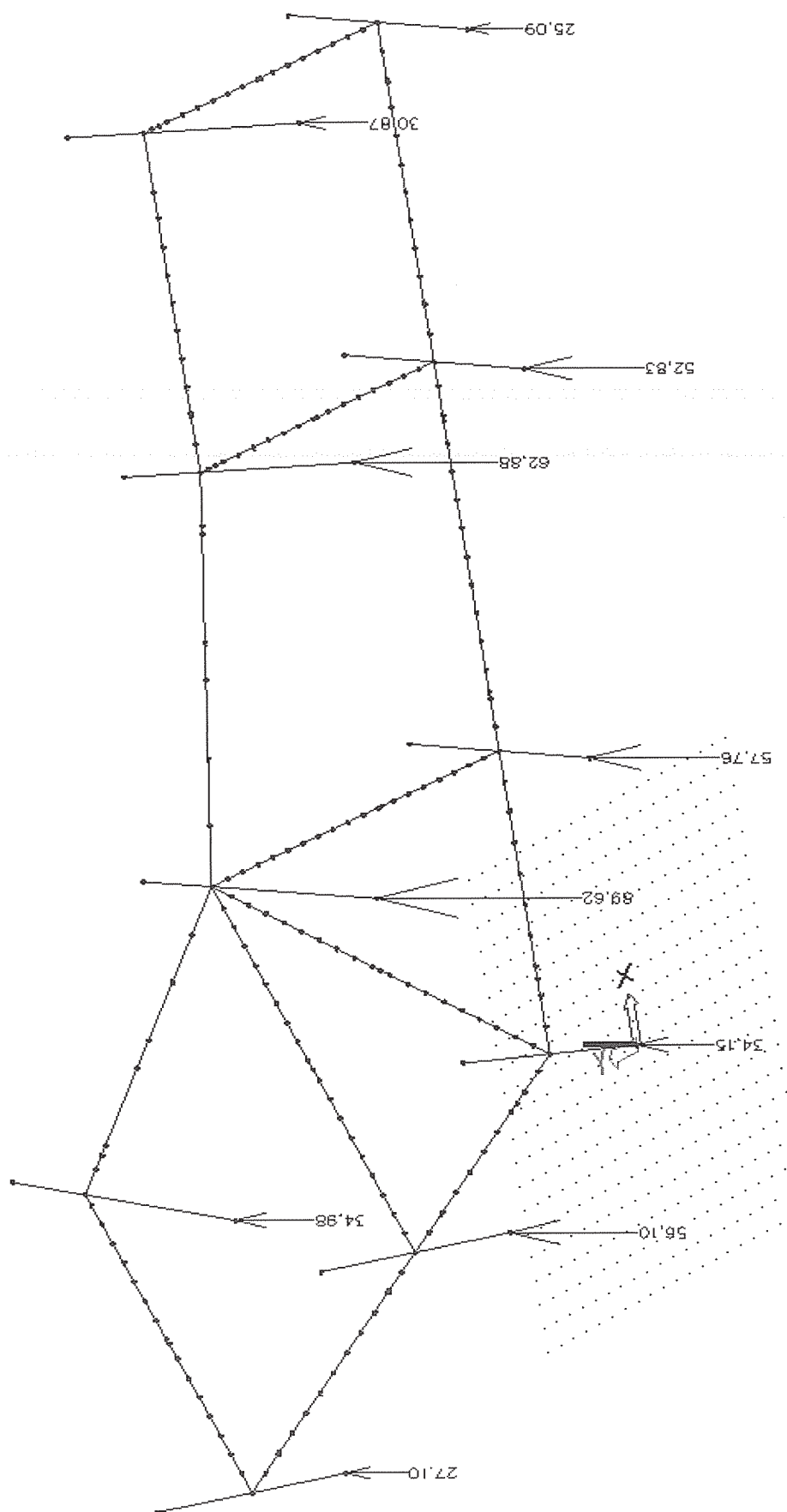
**Posouzení proti nadzdvížení konstrukce:**

$R_z$  – vlastní tíha



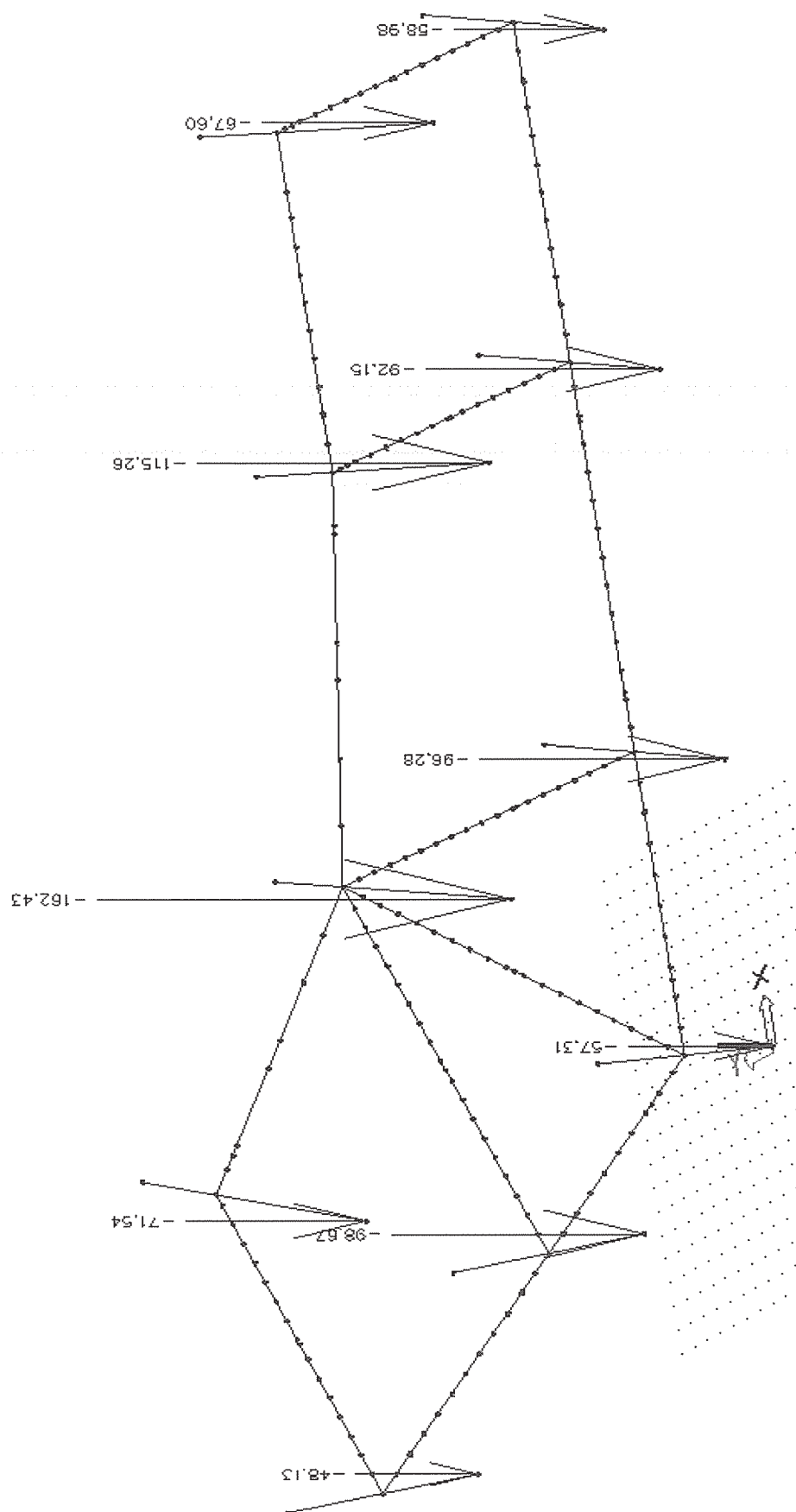
D. STATICKÝ VÝPOČET

$R_z$  – ostatní stálé



D. STATICKÝ VÝPOČET

$R_z$  – vítr





D. STATICKÝ VÝPOČET

$$F_{STAB.} = F_{vč. plyn} + F_{ost. stáje} = 205,83 + 89,62 = 295,45 \text{ kN}$$

$$F_{DESTAB.} = F_{vtr} = 162,43 \text{ kN}$$

$$1,0 \cdot F_{STAB.} \geq 1,5 \cdot F_{DESTAB.}$$

$$1,0 \cdot 295,45 \geq 1,5 \cdot 162,43$$

$$295,45 > 243,65 \text{ kN} \Rightarrow \underline{\text{VÝMOVU JE, KONSTRUKCE JE STABILNÍ'}}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

## 6 ZÁKLADY

### 6.1 Základ pod sloupem z profilu HEB 600

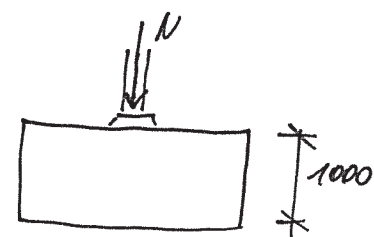
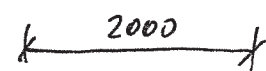
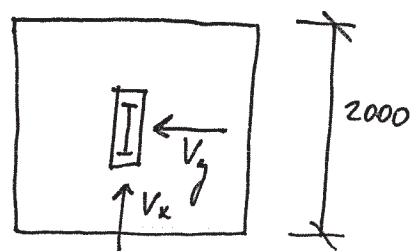
ZATÍŽENÍ:

$$N = 654,21 \text{ kN}$$

$$V_x = 43,59 \text{ kN}$$

$$V_y = 85,86 \text{ kN}$$

$$\text{vl. tíha patky} = 1,35 \cdot 1,0 \cdot 2,0 \cdot 2,0 \cdot 25 = 135,0 \text{ kN}$$



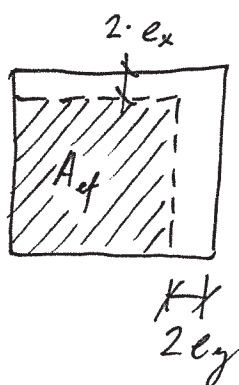
EXCENTRICITA:

$$e_x = \frac{M_x}{N} = \frac{N_x \cdot h}{N} = \frac{43,59 \cdot 1,0}{654,21} = 0,067 \text{ m}$$

$$e_y = \frac{M_y}{N} = \frac{V_y \cdot h}{N} = \frac{85,86 \cdot 1,0}{654,21} = 0,131 \text{ m}$$

PLOCHA  $A_d$ :

$$A_d = (2,0 - 2 \cdot 0,067) \cdot (2,0 - 2 \cdot 0,131) = 3,243 \text{ m}^2$$



POSOUZENÍ:

$$\sigma = \frac{N_c}{A_d} = \frac{N + \text{vl. tíha patky}}{A_d} = \frac{654,21 + 135}{3,243} = 243,358 \text{ kPa}$$

PŘEDPOKLÁDANÁ MAX. ÚNOSNOST ZÁKLADOVÉ PŮDY

$$R_{dE} = 250 \text{ kPa}$$

$$\sigma \leq R_{dE}$$

$$243,358 < 250,0 \text{ kPa} \Rightarrow \text{VÝHODNĚ}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

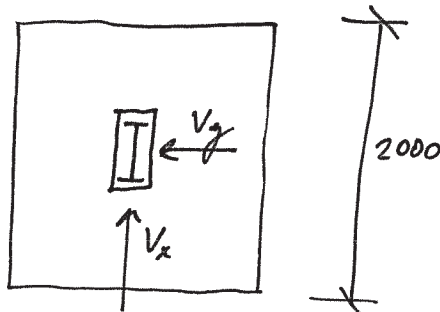
6.2 Základ pod sloupem z profilu HEB 500

ZATÍŽENÍ:

$$N = 457,71 \text{ kN}$$

$$V_x = 27,91 \text{ kN}$$

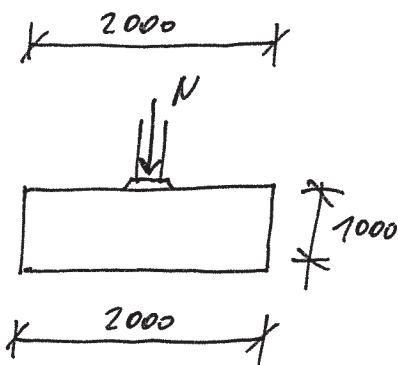
$$V_y = 44,65 \text{ kN}$$



EXCENTRICITA:

$$e_x = \frac{M_x}{N} = \frac{V_y \cdot h}{N} = \frac{44,65 \cdot 1,0}{457,71} = 0,097 \text{ m}$$

$$e_y = \frac{M_y}{N} = \frac{V_x \cdot h}{N} = \frac{27,91 \cdot 1,0}{457,71} = 0,061 \text{ m}$$

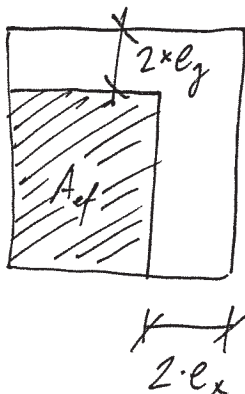


PLOCHA  $A_d$ :

$$A_d = (2,0 - 2 \cdot 0,061) \cdot (2,0 - 2 \cdot 0,097) = 3,370 \text{ m}^2$$

POSOUZENÍ:

$$\sigma = \frac{N_c}{A_d} = \frac{N + \text{vl. tíha patky}}{A_d} = \frac{457,71 + 135}{3,370} = 174,11 \text{ kN}$$



PŘEDPOKLÁDANÁ MAX. ÚNOSNOST ZAKLADOVÉ PŮDY

$$R_{dt} = 250 \text{ kPa}$$

$$\sigma \leq R_{dt}$$

$$174,11 < 250 \text{ kPa} \Rightarrow \text{VYHODNĚ}$$

D. STATICKÝ VÝPOČET

## **7 SEZNAM POUŽITÝCH NOREM A LITERATURY**

ČSN EN 1990 - Zásady navrhování konstrukcí  
ČSN EN 1991-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení  
ČSN EN 1991-1-1:03/2004 – Obecná zatížení – objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb  
ČSN EN 1991-1-3:2005/Z1:2006 - Obecná zatížení - Zatížení sněhem  
ČSN EN 1991-1-4:04.2007 - Obecná zatížení – Zatížení větrem  
ČSN EN 1992-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí  
ČSN EN 1993-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí  
ČSN EN 1996-1 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí  
ČSN EN 1997 Eurokód 7: Základová půda  
Prvky ocelových konstrukcí – příklady podle eurokódu – František Wald a kolektiv  
Statické tabulky - Šafka , Hořejší  
Ocelové konstrukce – tabulky – Tomáš Vratný, František Wald

## **8 POUŽITÝ SOFTWARE**

- IDA NEXIS 3.60.11  
- SCIA Engineer 2011

## **9 ZÁVĚR**

**VŠECHNY POUŽITÉ MATERIÁLY A VÝROBKY MUSÍ MÍT PLATNÝ CERTIFIKÁT VE SMYSLU §156 ZÁKONA Č.183/2006 SB. A NAŘÍZENÍ VLÁDY Č.163/2002 SB. A NAŘÍZENÍ VLÁDY Č.312/2005 A ZÁKONŮ A NAŘÍZENÍ SOUVISEJÍCÍCH.**

**PROJEKT BYL VYPRACOVÁN NA ÚROVNI PROJEKTU PRO DIPLOMOVOU PRÁCI.. V PROJEKTU BYLY POSOUZENY HLAVNÍ NOSNÉ PRVKY KONSTRUKCE VČETNĚ SPOJŮ A DETAILŮ.**

**PŘI JAKÉKOLI NEJASNOSTI JE NUTNÉ SE SPOJIT S PROJEKTANTEM.**

**ZPRACOVATEL SI VYHRAZUJE PRÁVO DOPLŇOVAT, PŘÍPADNĚ POZMĚŇOVAT PROJEKT NA ZÁKLADĚ NOVÝCH POZNATKŮ, ZJIŠTĚNÝCH BĚHEM PROVÁDĚNÍ VÝSTAVBY.**

**Ve Vysokém Mýtě, leden 2011**

**Bc. Martin Roušar**